THESE

pour l'obtention du grade de

DOCTEUR de l'Université de Savoie

Discipline : Géographie

présentée et soutenue publiquement par

Florent DEMORAES

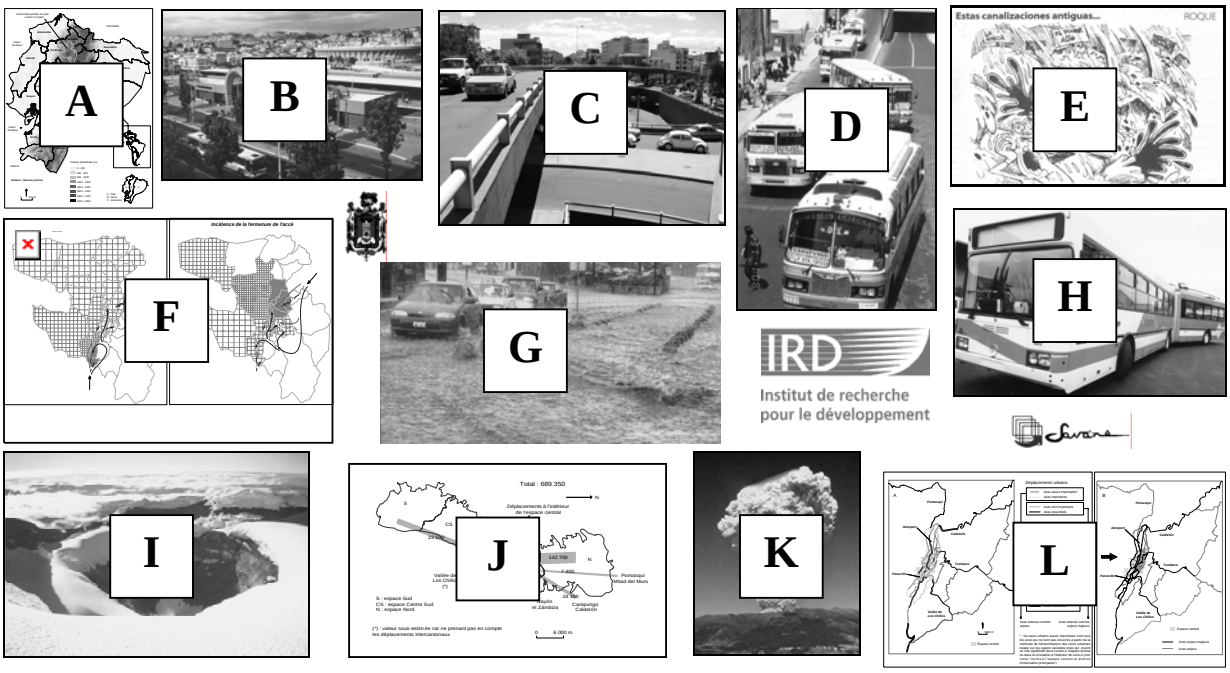
le 5 juillet 2004

Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Equateur)



Composition du jury :

M. Alain Marnézy, Professeur à l'Université de Savoie	Directeur
M. Robert D'Ercole, Maître de Conférences à l'Université de Savoie, détaché à l'IRD	Codirecteur
M. Pierre Peltre, Directeur de Recherche à l'IRD	Rapporteur
M. Jean-Pierre Orfeuil, Professeur à l'Université Paris XII	Rapporteur
M. Jean Varlet, Professeur à l'Université de Savoie	Président
M. Marc Souris, Directeur de Recherche à l'IRD	Examinateur



A : Carte de l'Equateur *(élaboration : F. Demoraes)*
B : Station de correspondances « *La Y* » du trolleybus *(cliché : UPGT, 2000)*
C : Echangeur routier à la jonction des avenues *10 de Agosto* et *Eloy Alfaro (cliché : F. Demoraes, 2002)*
D : Course de bus sur l'Avenue *América (cliché : F. Demoraes, 2001)*
E : Dessin humoristique sur la vétusté des réseaux d'évacuation des eaux à l'origine d'inondations *(Quotidien El Comercio, 16/12/2001)*
F : Détours à effectuer en cas de fermeture des routes d'approche de la ville de Quito *(élaboration : F. Demoraes)*
G : Inondation de la voie réservée au trolley dans le secteur *El Camal (Quotidien El Comercio, 06/06/2000)*
H : Trolley de Quito *(cliché : F. Demoraes, 2002)*
I : Cratère du volcan *Cotopaxi* (5980 m) *(cliché : F. Demoraes, 2001)*
J : Affluence de personnes dans la zone centrale *(élaboration : F. Demoraes)*
K : Eruption du *Guagua Pichincha*, octobre 1999 *(cliché : J. Morris)*
L : Catégorisation et hiérarchisation des axes pour l'identification des axes-enjeux *(élaboration : F. Demoraes)*

Le blason correspond à celui de la Ville de Quito
Le logo « Savane » correspond au logiciel SIG utilisé dans cette thèse

REMERCIEMENTS

Avant de présenter les résultats de ce travail, je tiens à exprimer ma reconnaissance à tous ceux et celles qui l'ont rendu possible, par leur collaboration scientifique, leurs conseils et encouragements, leur amitié, et qui m'ont permis de le mener à son terme.

Je remercie le professeur Alain Marnezy qui m'a apporté son dynamisme, ses précieuses corrections et critiques, et pour son œil expert traquant les petits caractères ! Notre ascension au Cotopaxi (5980 m) en décembre 2001 dont est extraite la photo du cratère sur la couverture, restera gravée dans ma mémoire.

Je rends un vif hommage à Robert D'Ercole, grâce à qui j'ai eu l'opportunité d'intégrer l'équipe de recherche dans le cadre du programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito ». Je lui adresse ma plus profonde reconnaissance pour les méthodes de travail qu'il m'a enseignées et pour m'avoir fait découvrir la thématique des risques. Je le remercie pour son inconditionnel soutien et pour avoir eu la patience en bon pédagogue, de m'expliquer, de me guider dans ma recherche depuis la maîtrise en 1997.

Ma gratitude va aussi aux enseignants chercheurs, doctorants et personnel administratif du laboratoire EDYTEM de l'Université de Savoie pour leur soutien et leur aide. Je remercie tout particulièrement Jean-Jacques Delannoy grâce à qui j'ai eu la chance de pouvoir être ATER encore cette année, Anne Guyomard pour son aide dans l'édition et Estelle Ployon pour ses précieux conseils sur Illustrator.

Je me dois également de remercier Pascale Meztger, pour m'avoir obligé « à me poser des questions », pour ses orientations au sujet de ma problématique, pour ses conseils concernant les transports. Je remercie Marc Souris, concepteur et développeur du SIG « *Savane* » pour avoir eu la gentillesse d'apporter de nouvelles fonctionnalités à son logiciel pour répondre à mes besoins. Je remercie également Dominique Couret pour m'avoir permis d'assister aux journées scientifiques ô combien enrichissantes de l'UR « Environnement Urbain » à Bondy en septembre dernier.

A Quito, je tiens à exprimer ma plus vive reconnaissance à nos partenaires de la *Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda* et de la *Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad*. Je remercie Nury Bermúdez, Hidalgo Núñez, René Vallejo, Patricia Mena, Don Joé, Vinicio, Alexita, Alex, Jairo, Ivancho et tous les autres qui m'ont toujours soutenu et ouvert leur porte. Je remercie également les membres de la représentation IRD à Quito, en particulier Maria Dolores Villamar, Cristina Carrión, Maura, Ramiro, Aida.

Ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien financier du Ministère de l'Enseignement et de la Recherche (programme des Aires Culturelles), du Ministère des Affaires Etrangères (bourse Lavoisier) et du Département de Géographie de l'Université de Savoie (billets d'avion).

Je pense aussi à mes proches et plus particulièrement à mes parents qui ont cru en moi, à Tania, pour avoir su m'encourager, me réconforter, et… prendre patience. Je pense aussi à mes amis de toujours (Foued, Jaguer, Bérane, Ouavur, Naguev, Jean-Fred…) et à mes colocataires « *chéveres* » de Quito (Don Luis et Finette) pour avoir été confrontés à mes angoisses et sautes d'humeur. J'adresse enfin un grand merci à mes fidèles traducteurs (William et Daniel).

RESUME

Mobilité, enjeux et risques
dans le District Métropolitain de Quito (Equateur)

Résumé :

L'objectif de cette thèse de géographie est de proposer une réflexion sur les risques encourus par le District Métropolitain de Quito –DMQ– (Equateur) à partir de la question de la mobilité des personnes et de ses vulnérabilités. La démonstration se fonde sur un travail de terrain réalisé durant deux ans et demi à Quito, dans le cadre du programme de recherche « Système d'Informations et Risques dans le District Métropolitain de Quito » initié en 1999 par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en collaboration avec la Municipalité de Quito. Ce travail, avant tout méthodologique, a nécessité la constitution d'une base de données géoréférencées et documentées (métadonnées), appelée « *Mobilité* » structurée grâce au Système d'Information Géographique « *Savane* » développé par l'IRD.

Les risques encourus par la capitale équatorienne située à 2 800 m d'altitude et rassemblant 1,8 million d'habitants, sont omniprésents compte tenu de ses multiples formes de vulnérabilités en partie attribuables à la variété et à la gravité potentielle des aléas naturels, d'origine naturelle, et anthropiques en présence (séismes, éruptions volcaniques, glissements de terrain, coulées boueuses, inondations, effondrements, explosions de produits dangereux, soulèvements des populations autochtones, pannes électriques…). Ces phénomènes affectent l'ensemble des flux et en particulier la mobilité des personnes. Or, la capacité à se déplacer est fondamentale pour une collectivité. Les échanges sont le moteur même d'une ville, ils ponctuent l'organisation de la société urbaine et accompagnent le déroulement des activités. La perturbation des flux remet en cause le fonctionnement général d'un système territorial et laisse pressentir des risques, ce qui a orienté l'angle d'approche de ce travail. La mobilité des personnes dépend des systèmes de transport qui circulent sur un support physique. Certains flux, certains échanges (les mouvements pendulaires, les déplacements vers les centralités, les communications avec d'autres pôles urbains) sont essentiels et représentent des enjeux pour le fonctionnement d'un système territorial urbain. Ces échanges essentiels reposent sur des éléments matériels enjeux : il s'agit de certains ouvrages routiers (tunnel, pont), de certains axes (voie pénétrante, rocade) ou encore de certaines installations de transport en commun (un nœud dans un réseau intégré, une gare, un site propre). L'endommagement d'un ouvrage enjeu, la fermeture d'un axe stratégique ou encore la perturbation d'un service de transport vital pénalisera d'autant plus la mobilité.

La première question qui se pose est de savoir quelles sont les infrastructures essentielles de la mobilité, et où elles sont localisées. Ceci implique au préalable une analyse des mouvements quotidiens de personnes et du système de transport. La deuxième question est de savoir quelles sont les vulnérabilités de ces infrastructures, vulnérabilités qui les prédisposent aux endommagements, aux défaillances. Six formes de vulnérabilités sont retenues : (1) la vulnérabilité intrinsèque, (2) la dépendance, (3) l'exposition aux aléas et la susceptibilité d'endommagement, (4) la capacité de contrôle, (5) les alternatives et, (6) la préparation aux crises. La troisième question est de savoir quels sont les risques encourus par le district compte tenu de la vulnérabilité des infrastructures stratégiques de la mobilité. Le

fonctionnement d'un système territorial urbain repose sur tout un ensemble d'enjeux relevant de différents domaines ; il s'agit de certains hôpitaux, de certains établissements éducatifs, de certaines administrations, de certains services, de certaines entreprises…. Pour être fonctionnels, ces enjeux doivent être accessibles. Si les communications sont très importantes pour une ville, c'est donc surtout l'accès aux espaces supports d'enjeux (les lieux essentiels) qui s'avère indispensable à son fonctionnement et son développement. Ces lieux essentiels peuvent correspondre à des centralités urbaines. Ils peuvent aussi se situer en périphérie de la ville, et comporter des éléments enjeux de la logistique urbaine, comme une centrale électrique, un dépôt de carburants, des antennes de télécommunication… La remise en cause des accès aux lieux essentiels laisse pressentir des risques que nous évaluons grâce à une analyse spatiale. Cette dernière permet de mesurer l'accessibilité habituelle des lieux et surtout les possibilités de réduction de l'accessibilité en cas de défaillance des infrastructures essentielles de mobilité les plus vulnérables. Cette démarche permet de mesurer les conséquences envisageables de ces défaillances à l'échelle du district.

En partie inspirée des méthodes d'analyses antérieures du risque réalisées par des géographes de l'Université de Savoie sur les villes de Nice et d'Annecy, cette recherche ciblée sur les enjeux vise donc à proposer des éclairages sur les risques encourus par le District de Quito liés à des problèmes de mobilité habituels ou plus exceptionnels mais prévisibles. Dans une perspective de planification préventive, cette recherche propose une base de réflexion utile aux différents acteurs urbains, fournit des pistes pour la réduction des vulnérabilités et apporte des orientations pour la gestion de crise. Cette recherche repose sur une méthode d'analyse du risque en milieu urbain élaborée de façon à être reproductible. Enfin, elle propose une réflexion conceptuelle sur l'articulation des thématiques de la « mobilité » et des « risques » à partir des concepts de « vulnérabilité » et « d'accessibilité ».

Mots-clefs : mobilité des personnes, transports urbains, enjeux, vulnérabilités, accessibilités, risques, planification urbaine préventive, Quito.

Une version de ce document au format pdf est téléchargeable à l'adresse suivante :

http://www.univ-savoie.fr/labos/edytem/membres/demoraes/pub.html

Movilidad, elementos esenciales y riesgos
en el Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador)

Resumen

El objetivo de esta Tesis de Doctorado en Geografía es el de proponer una reflexión sobre los riesgos a los que está expuesto el Distrito Metropolitano de Quito –DMQ– (Ecuador) derivados de los problemas de la movilidad de las personas y sus vulnerabilidades. La demostración se fundamenta en un trabajo de campo realizado durante dos años y medio en Quito, en el marco del programa de investigación "Sistema de Información y Riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito" iniciado en 1999 por el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD) en colaboración con el Municipio de Quito. Este trabajo ante todo metodológico ha necesitado la creación de una base de datos georeferenciados y documentados (metadatos), llamada "Mobilité", elaborada con en el Sistema de Información Geográfico "Savane" desarrollado por el propio IRD.

Los riesgos a los que está expuesta la capital del Ecuador ubicada a 2.800 m de altura y que cuenta con una población de 1,8 millión de habitantes, han de calificarse como omnipresentes dadas sus múltiples formas de vulnerabilidad parcialemente ligadas a la variedad y a la gravedad potencial de las amenazas naturales, de origen natural y antrópicas (sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, flujos de lodo, inundaciones, hundimientos, explosiones de productos peligrosos, levantamiento de poblaciones indígenas, apagones eléctricos...). Estos fenómenos afectan a los flujos en su conjunto y en especial a la movilidad de las personas. Ahora bien, la capacidad de desplazarse es fundamental para una colectividad. Los intercambios son el motor de una ciudad. Acompañan la organización de la sociedad urbana y favorecen el desarrollo de las actividades. La perturbación de los flujos altera el funcionamiento general de un sistema territorial y muestra indicios de la existencia de riesgos, lo que ha orientado la manera de abordar este estudio. La movilidad de las personas depende de unos sistemas de transporte que circulan sobre un medio físico. Algunos flujos (los movimientos pendulares, los desplazamientos hacia las centralidades, las comunicaciones con otros polos urbanos) representan dinámicas esenciales para el funcionamiento de un sistema territorial urbano. Estas dinámicas esenciales se apoyan sobre elementos materiales a su vez esenciales : se trata de determinadas obras viales (túneles, puentes), de ciertos ejes (vía central de entrada a la urbe, vía perimetral) y de algunas instalaciones de transporte colectivo (un nodo en una red integrada, un terminal terrestre, un carril exclusivo). El daño a una obra vial esencial, el cierre de un eje de comunicación esencial o la perturbación de un servicio de transporte esencial perjudicará aún más la movilidad.

La primera interrogación es saber cuáles son los elementos esenciales de la movilidad (en especial los elementos esenciales mayores) y dónde están ubicados. Ello implica un análisis previo de las dinámicas y del sistema de transporte vigentes. La segunda cuestión consiste en averiguar cuáles son las vulnerabilidades de los elementos esenciales de la movilidad, vulnerabilidades que los predisponen a fallos o a daños. Seis formas de vulnerabilidades son consideradas: (1) la vulnerabilidad intrínseca, (2) la dependencia, (3) la exposición a las amenazas y la susceptibilidad a daños, (4) la capacidad de control, (5) las alternativas, (6) la

preparación para afrontar la crisis. El tercer interrogante aborda los riesgos a los cuales está expuesto el distrito dada la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad. Un sistema territorial se sustenta sobre un conjunto de elementos esenciales (además de aquellos de la movilidad propiamente dicha) de diferente índole (salud, educación, economía...). Para ser funcionales, los elementos esenciales requieren ser accesibles. Si las comunicaciones resultan fundamentales para una ciudad, es sobretodo los accesos a los espacios que soportan los elementos esenciales que resultan estratégicos para el funcionamiento y desarrollo de la ciudad. La ruptura, la pérdida de estos accesos deja presentir la aparición de riesgos. Esta última etapa se fundamenta en un análisis espacial que permite medir la accesibilidad habitual de los lugares y sobretodo las posibilidades de limitación de la accesibilidad en caso de fallo en los elementos esenciales de la movilidad más vulnerables. Ello permite evaluar las consecuencias de estos fallos a nivel del distrito.

Parcialmente inspirada en métodos de análisis del riesgo realizados anteriormente por geógrafos de la Universidad de Saboya (Francia) en las ciudades de Niza y Annecy, esta investigación enfocada en los elementos esenciales tiene como propósito ofrecer un punto de vista sobre los riesgos a los cuales está expuesto el Distrito Metropolitano de Quito como consecuencia de los problemas de movilidad de carácter habitual e incluso excepcional pero aun así previsibles. Dentro de una perspectiva de planificación preventiva, esta investigación proporciona una base de reflexión útil para los tomadores de decisión, adelanta una serie de pistas para la reducción de las vulnerabilidades y aporta una serie de medidas encaminadas a orientar la gestión de crisis. Esta investigación se fundamenta en una metodología de análisis del riesgo en medio urbano elaborada de tal forma que pueda ser reproducida. Finalmente, propone una reflexión conceptual sobre las articulaciones de las temáticas de la “movilidad” y de los “riesgos” a partir de los conceptos de “vulnerabilidad” y “accesibilidad”.

Palabras claves : movilidad de las personas, transportes urbanos, elementos esenciales, vulnerabilidad, accesibilidad, riesgos, planificación urbana preventiva, Quito.

Una versión de este documento en formato pdf está disponible a la siguiente dirección :

http://www.univ-savoie.fr/labos/edytem/membres/demoraes/pub.html

Mobility, urban flows at stake, key physical elements, and risks within the Metropolitan District of Quito (Ecuador)

Abstract:

The objective of this geography PhD. thesis is to suggest a reflection on the risks incurred by the Metropolitan District of Quito –DMQ- (Ecuador) regarding the people's mobility issue and its vulnerabilities. The demonstration is based on fieldwork carried out during 2 and a half years in Quito, in the framework of a research program called "Information System and Risks within the Metropolitan District of Quito" started in 1999 by the Development Research French Institute (IRD) in partnership with the municipality of Quito. This work, methodological above all, required the constitution of a GIS database (with its meta-data) called "*Mobilité*", structured with the help of the "*Savane*" software package developed by the IRD.

The risks incurred by the Ecuadorian capital city, located at 2,800 metres above sea level and sheltering 1.8 million inhabitants, are omnipresent considering their multiple forms of vulnerability partly attributable to the presence of a lot of potential damaging hazards, be they natural, resulting from a natural cause, or anthropogenic (earthquakes, volcanic eruptions, landslides, mudslides, floods, subsidence, explosions of dangerous products, uprisings of autochthonous population, power failures…). These phenomena affect all the flows and particularly people's mobility. Yet, the movement capacity is a fundamental for a community. Interchanges are the driving force of a city; they are a basic requirement for the organisation of the urban society and the development of activities. The transportation disruption casts doubt on the general functioning of a territorial system and heralds some risks, directing consequently the approach of the present work. People's mobility depends on the transport systems that are running on a physical support. Some flows, some interchanges (daily movements between the centre and the suburban areas, flows towards centralities, interchanges with other towns) are essential and represent key issues regarding the functioning of an urban territorial system. The flows at stake rely on key physical elements: we mean some road works (a tunnel, a bridge), some major roads (an approach avenue to a CBD, a bypass) or else some public transport facilities (a junction within an integrated transport network, a train station, a reserved traffic lane). The damaging of a key work, the closing of a key road, the disruption of a lifeline, or the interruption of a key transport service will penalize in a substantial way the mobility.

The first question to answer is to know what the main urban flows and the key physical elements they rely on are. It implies beforehand an analysis of the current interchanges and movement and also an analysis of the transport system. The second question is to know what the vulnerabilities are concerning mobility key physical elements, vulnerabilities predisposing to damages and failures. Six forms of vulnerability are being considered: (1) intrinsic vulnerability, (2) dependence, (3) exposure to hazards and likeliness to damages, (4) control capacity, (5) alternatives and, (6) crisis preparedness. The third question is to know what the risks incurred by the district are taking into account the vulnerability of mobility key physical elements. An urban territorial system relies on an ensemble of essential facilities (apart from those regarding the said mobility), coming within different domains (health, education, economy…). To be functional these essential facilities have to be accessible. If interchanges

and transportation are highly important for a city, it is rather the access to the areas supporting the essential facilities that prove to be strategic to its development and functioning. The eventual lost of functionality of these accesses heralds some risks. This last step relies on a spatial analysis that enables the measurement of the daily accessibility of areas and especially the possibilities of reducing this accessibility in case of the failure of the most vulnerable mobility key physical elements. This approach allows the measuring of the likely consequences of these failures at the district scale.

Partly inspired from previous analysis methods on risks, realised by some geographers from the University of Savoy in the towns of Nice and Annecy, this research, focusing on the main urban flows at stake and on the key physical elements they rely on, aims at shedding a new light on the risks incurred by the District of Quito in relation with mobility problems that are usual or more exceptional but predictable. In a preventive planning perspective, this research suggests a reflection base that could be useful to different urban stakeholders; it also provides some ways to reduce vulnerabilities and presents some orientations toward a crisis management. This research relies on a risk analysis method in urban ambit elaborated in a way such as to be reproducible. Finally, it suggests a conceptual reflection on the articulation of the thematic of “mobility” and “risks” from concepts such as “vulnerability” and “accessibility”.

Key words: people’s mobility, urban transport, main flows at stake, key physical elements, vulnerability, accessibility, risks, urban preventive planning, Quito.

A pdf version of this document is downloadable at the following website:

http://www.univ-savoie.fr/labos/edytem/membres/demoraes/pub.html

Mobilität, Schlüsselelemente und Risiken
im Hauptstadtbezirk Quito (Ekuador)

Zusammenfassung :

Das Ziel dieser Doktorarbeit in Geographie ist es, die Risiken zu erörtern, denen der Hauptstadtbezirk Quito (Ekuador) im Zusammenhang mit der Frage der Mobilität den Menschen und ihrer Verwundbarkeit gegenübersteht. Die Ausführungen begründen sich auf zweieinhalbjährige Feldstudien in Quito, die im Rahmen des Forschungsprogrammes „Informationssysteme und Risiken im Hauptstadtbezirk Quito“, initiiert im Jahr 1999 durch das Forschungsinstitut für Entwicklung (Institut de Recherche pour le Développement, IRD) in Zusammenarbeit mit der Stadt Quito, durchgeführt wurden. Diese vor allem methodologische Arbeit machte es notwendig, eine Datenbank georeferenzierter und dokumentierter (Meta-) Daten mit dem Namen „*Mobilität“* („*Mobilité*“) zu erstellen, die mit Hilfe des vom IRD entwickelten geographischen Softwarepakets „Savane“ realisiert wurde.

Die Risiken, denen die auf 2800 m Höhe gelegene und 1.8 Millionen Einwohner umfassende Hauptstadt Ekuadors ausgesetzt ist, sind allgegenwärtig angesichts der zahlreichen Formen der Verwundbarkeit, die den vielfältigen und potentiell schwerwiegenden natürlichen und vom Menschen verursachten Gefährdungen zuzuschreiben sind (Erdbeben, Vulkanausbrüche, Erdrutsche, Schlammlawinen, Überschwemmungen, Explosionen von Gefahrstoffen, Volksaufstände, Stromausfälle etc.). Solche Vorkommnisse beeinträchtigen den gesamten Verkehrsfluss und insbesondere auch die Mobilität der Menschen. Diese Mobilität ist nun aber gerade von fundamentaler Wichtigkeit für eine Gemeinschaft. Austausch ist der Motor einer Stadt, er bestimmt die Organisation der städtischen Gesellschaft und begleitet der Ablauf aller Aktivitäten. Die Störung der Verkehrsflüsse stellt das Funktionieren des gesamten territorialen Systems in Frage und lässt die Risiken erahnen, an denen der Betrachtungswinkel dieser Arbeit ausgerichtet ist.

Die Mobilität von Personen hängt von Verkehrssytemen ab, die auf einem physikalischen Medium ablaufen. Gewisse Verkehrsabläufe (der Pendlerverkehr, der Verkehrsfluss in Richtung Stadtzentrum, die Verbindungen mit anderen städtischen Polen) sind essentiell und stellen die Grundvoraussetztung für das Funktionieren eines territorialen städtischen Systems dar. Diese dynamischen Grundvoraussetzungen beruhen auf gewissen Schlüsselelementen. Es handelt sich dabei um bestimmte Straßenbauwerke (Tunnel, Brücken), besondere Verkehrsachsen (Ausfall- und Umgehungsstraßen) sowie um bestimmte Einrichtungen des öffentlichen Nahverkehrs (Netzknotenpunkte, Bahnhöfe, Nahverkehrsspuren). Die Beschädigung eines dieser neuralgischen Bauwerke, einer dieser neuralgischen Verkehrsachsen oder eines dieser neuralgischen Verkehrsnetze beeinträchtigt daher umso mehr die Mobilität.

Zuallererst stellt sich daher die Frage nach den essentiellen Bestandteilen der Mobilität und deren Lokalisierung, was als Vorbedingung eine Analyse der bestehenden Verkehrsströme und Transportsysteme erfordert. Die zweite Frage ist dann die nach den Verwundbarkeiten der Bestandteile der Mobilität, jenen wunden Punkte, die sie anfällig machen für Beschädigungen und Ausfälle. Sechs Formen der Verwundbarkeit werden hierbei herausgearbeitet: (1) intrinsische Verwundbarkeit, (2) Abhängigkeit, (3) Exponierung

gegenüber äußeren Gefahren und Beschädigungsanfälligkeit, (4) Kontrollmöglichkeiten, (5) Alternativen und (6) Krisenvorbereitung. Die dritte Frage ist schließlich die nach den Risiken für den Bezirk in Anbetracht der Gefährdungen der Mobilitätsbestandteile. Abgesehen von den sich konkret auf die Mobilität beziehenden Elementen beruht ein territoriales städtisches System auf einer ganzen Reihe weiterer Schlüsselelemente aus verschiedensten Bereichen (Gesundheits-, Erziehungswesen, Wirtschaft, ...). Um ihre Funktionen zu erfüllen, müssen diese Schlüsselelemente erreichbar sein. Wenn nun Verbindungen wichtig sind für eine Stadt, so ist es vor allem der Zugang zu diesen strategischen Einrichtungen, der sich als essentiell für ihr Funktionieren und ihre Entwicklung herausstellt. Die Infragestellung dieser Zugänge führt schließlich zu den Risiken. Dieser letzte Schritt stützt sich auf eine räumliche Analyse, die es erlaubt, die gewöhnliche Erreichbarkeit der Orte zu messen und insbesondere auch die Möglichkeit der Einschränkung dieser Erreichbarkeit im Falle einer Beschädigung oder eines Ausfalls der anfälligsten Schlüsselelemente der Mobilität. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, die absehbaren Konsequenzen eines Ausfalls auf der Ebene des Bezirks zu messen.

Teilweise anlehnend an bestehenden Methoden der Risikoanalyse, die von der Université de Savoie auf die Städte Nizza und Annecy angewandt wurden, zielt die vorliegende Untersuchung darauf ab, die Risiken zu beleuchten, denen der Bezirk Quito im Zusammenhang sowohl mit den alltäglichen als auch außergewöhnlichen aber absehbaren Problemen der Mobilität gegenübersteht. In Hinblick auf eine Präventivplanung bietet die Untersuchung eine nützliche Reflexionsgrundlage für die unterschiedlichen städtischen Akteure, weist Wege für die Verringerung der Verwundbarkeiten und gibt Hinweise für das Krisenmanagement. Sie beruht dabei auf einer auf Reproduzierbarkeit ausgelegten Methode der städtischen Risikoanalyse. Zuletzt bietet sie auch eine konzeptionelle Überlegung zur Herangehensweise an die Thematiken „Mobilität“ und „Risiko“ ausgehen von den Konzepten der „Verwundbarkeit“ und der „Erreichbarkeit“.

Schüsselbegriffe: Mobilität den Menschen, städtischer Verkehr, Schlüsselelemente, Verwundbarkeit, Erreichbarkeit, Risiken, städtische Präventivplanung, Quito.

Dieses Dokument ist auch im Internet unter
http://www.univ-savoie.fr/labos/edytem/membres/demoraes/pub.html verfügbar.

SOMMAIRE

Introduction *17*

Première partie - Mobilité des personnes dans le District Métropolitain de Quito *37*

1 – La mobilité dans le district de Quito : 80 % des déplacements réalisés au quotidien en bus *41*

2 - Structuration, organisation et fonctionnement du système de transport *74*

Deuxième partie - Identification des enjeux majeurs du fonctionnement du système de mobilité du District Métropolitain de Quito *127*

1 - Vers une définition de la notion d'enjeu dans une analyse de risque *131*

2 - Les enjeux majeurs du fonctionnement du système de mobilité métropolitaine *137*

Troisième partie - Vulnérabilité du système de mobilité du District Métropolitain de Quito *181*

1 – La vulnérabilité des transports et des réseaux : aperçu des travaux préalables *185*

2 – L'analyse de la vulnérabilité ciblée sur les enjeux : intérêt, présentation et mise en oeuvre *189*

Quatrième partie - De la vulnérabilité des enjeux majeurs de mobilité aux risques encourus par le District Métropolitain de Quito *261*

1 – Un nécessaire recours à la notion d'accessibilité pour la compréhension des risques *265*

2 – Evaluation de l'accessibilité des différents sous-espaces géographiques du district *275*

3 – Vulnérabilité de l'accessibilité, enjeux et risques *296*

Conclusion *317*

Bibliographie *333*

Annexes *353*

Table des matières *578*

INTRODUCTION

INTRODUCTION 17

1 – Le constat : étalement urbain, occupation des zones dangereuses et accroissement de la mobilité 19

2 – Le programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito »..... 24

3 – La mobilité un enjeu pour la ville..... 25

4 – Mobilité et risques 25

5 – La vulnérabilité de la mobilité 27

6 – Le ciblage sur les enjeux de la mobilité..... 28

7 – Le nécessaire recours à la notion d'accessibilité 29

8 – L'intérêt de la démarche systémique 31

9 – L'usage d'un SIG..... 33

10 – Organisation de la thèse..... 33

INTRODUCTION

1 – Le constat : étalement urbain, occupation des zones dangereuses et accroissement de la mobilité

Depuis une quarantaine d'années, les pays du Sud et plus particulièrement les pays latino-américains ont connu une profonde mutation socio-territoriale qui s'exprime par une urbanisation massive et un accroissement corollaire de la mobilité quotidienne des personnes. Sur le continent ibéro-américain, d'après les Nations Unies plus de 75 % de la population réside aujourd'hui en ville où se concentrent les emplois, les services et… les espérances de l'ensemble de la population. En Equateur, le taux d'urbanisation s'élève aujourd'hui à 61 % (INEC, 2001). Une telle croissance urbaine, issue d'une forte croissance démographique et d'un important exode rural, se traduit par une consommation d'espace sans précédent ; les surfaces urbanisées ont été multipliées par 100 au cours du XXe s. à l'échelle mondiale (MORICONI-EBRARD F., 1993). Cette extension urbaine s'est entre autre traduite par l'occupation de zones dangereuses : les marges océaniques, les lits majeurs des cours d'eau, les flancs des volcans… Au début des années 1990, plus de 40 % des citadins sont directement ou indirectement menacés par des phénomènes générateurs de dommages (inondations, glissements de terrain, séismes..) dans les Pays en Développement[1].

Un des autres faits marquants de l'histoire des sociétés survenus au cours du XXe s., valable au Nord comme au Sud, est la forte augmentation de la mobilité des personnes[2]. Les facteurs ayant contribué à cette tendance sont notamment, l'extension urbaine (accroissement des distances intra-urbaines) impliquant un recours quasi-obligatoire aux moyens de transports motorisés individuels ou collectifs, et l'accentuation de l'hétérogénéité du tissu urbain. Cette accentuation résulte de la construction aussi bien planifiée que spontanée des villes et des inégalités de richesses (populations ayant accès ou non aux différentes zones compte tenu des valeurs foncières). Cette situation a concouru entre autre à éloigner les quartiers (résidentiels, industriels, commerciaux, administratifs, de loisir...) les uns des autres.

Parmi les villes du Sud, Quito, capitale de l'Equateur (voir carte 1), est directement confrontée à ces réalités problématiques et doit faire face à de multiples risques. Juchée à 2 800 m d'altitude en moyenne, dans un gradin tectonique orienté N-S en bordure du sillon interandin, la ville de Quito stricto sensu rassemble aujourd'hui environ 1,5 million d'habitants répartis sur 200 km² alors qu'elle ne comptait en 1868 que 45 000 habitants établis sur 4 km². Le District Métropolitain de Quito –DMQ– (juridiction de la municipalité de Quito englobant la ville, les périphéries suburbaines de l'agglomération et des espaces ruraux) rassemble pour sa part 1,8 million d'habitants sur une superficie de 4 350 km² (voir cartes 2 et 3).

[1] Revue de Géographie Alpine, 1994, « Croissance urbaine et risques naturels dans les montagnes des pays en développement ».

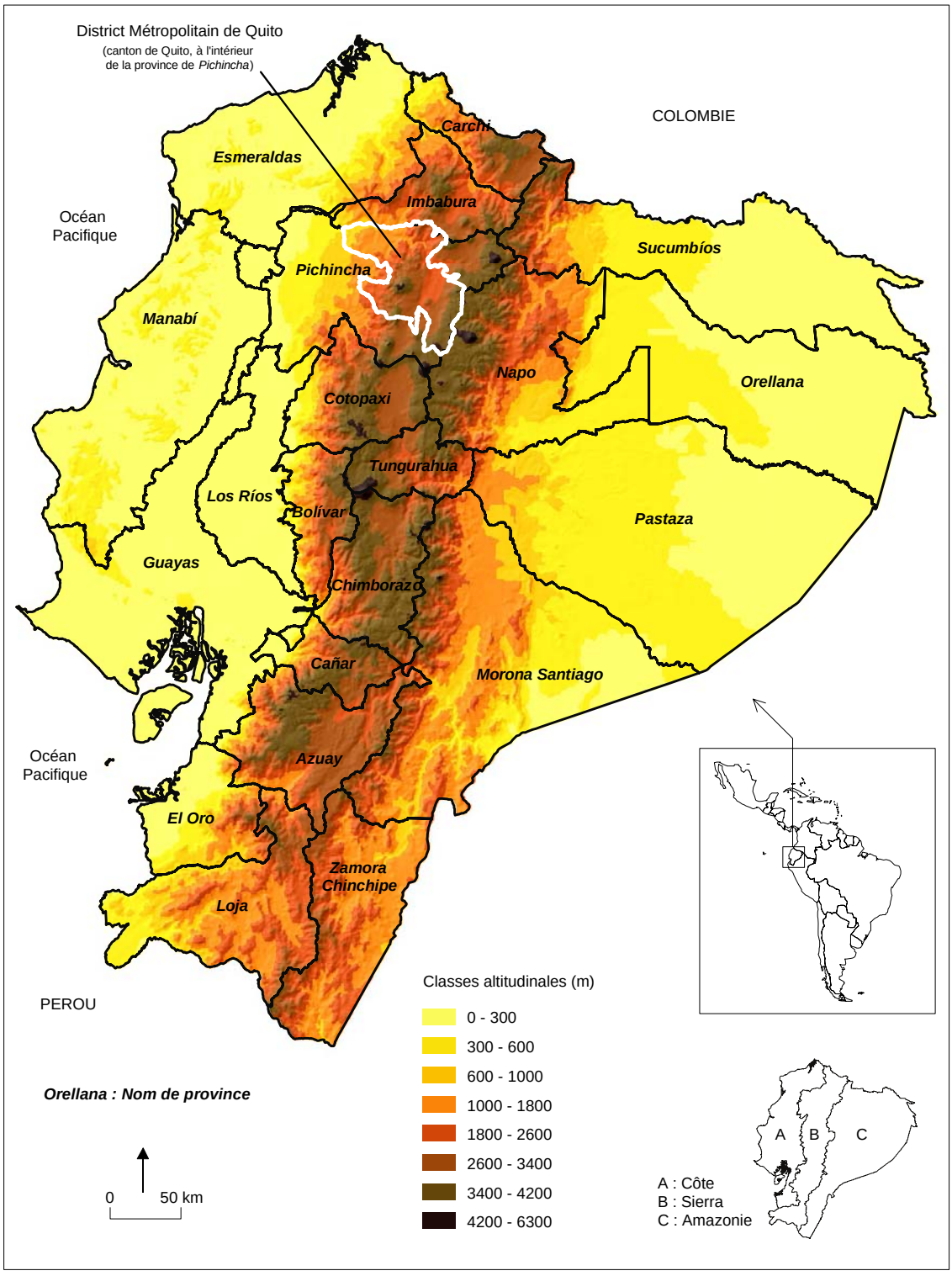
[2] Le transport de marchandises et les flux immatériels ont également évolué de manière exponentielle au cours de la même période.

En 2001, environ deux millions de déplacements sont réalisés quotidiennement dans le DMQ en transport en commun, contre 1,3 million en 1990 (NUÑEZ H., 1997). Le transport en commun représente 80 % du total des déplacements motorisés, alors que jusque dans les années 1930, l'essentiel des déplacements était aisément réalisé à pied. Quito recense en 2001 plus de 2 300 bus et son parc automobile a pratiquement doublé au cours des dix dernières années, atteignant en 2001 environ 200 000 voitures, soit 42 % du parc national alors qu'elle ne concentre que 15 % de la population équatorienne (12 millions d'habitants).

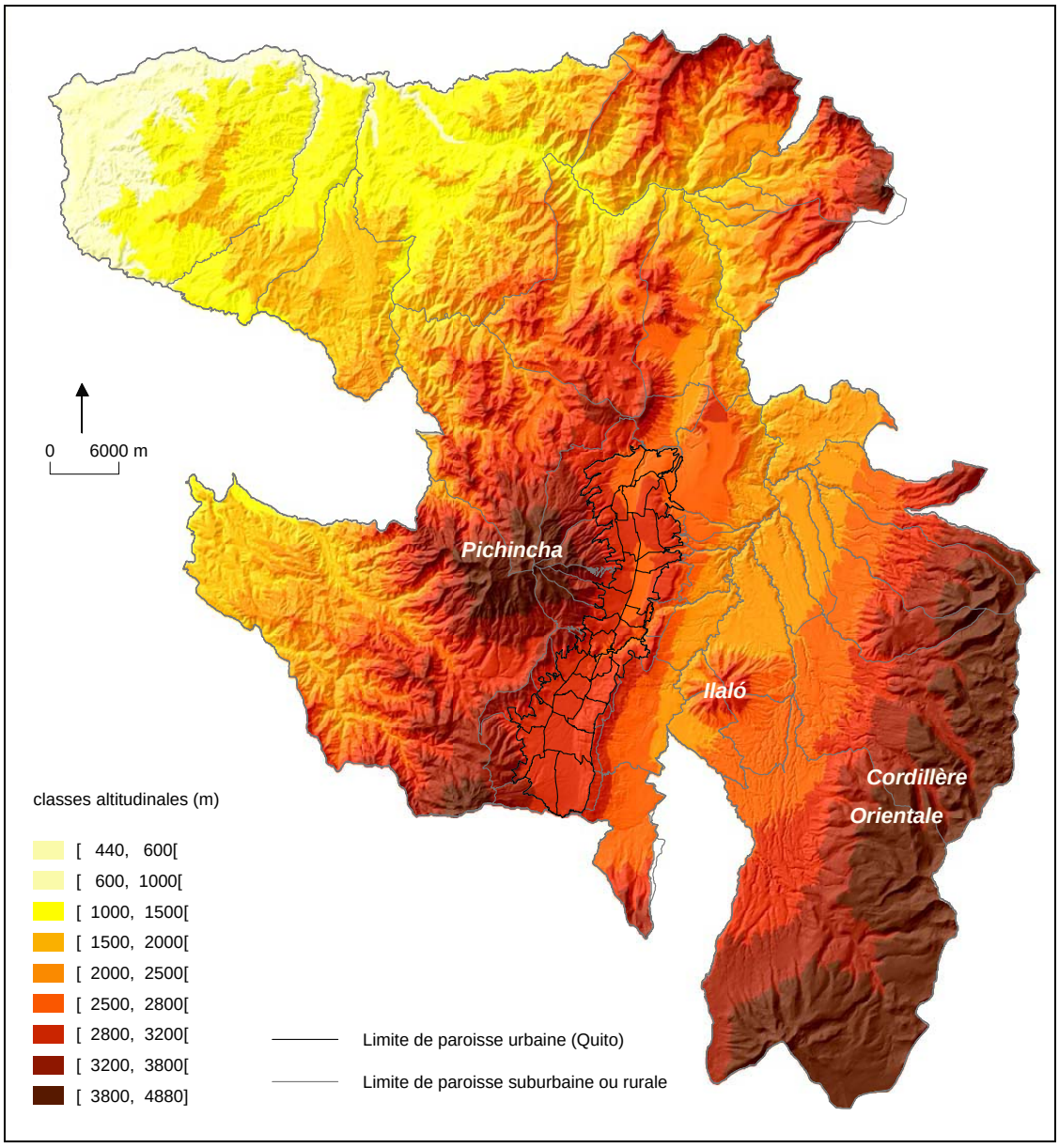
Compte tenu du fort étalement urbain et de l'accroissement massif de la mobilité, le district de Quito enregistre de nombreuses difficultés quotidiennes de circulation et de mobilité (congestion, problème d'accessibilité, problème de transport…) d'autant que la situation socio-économique et politique mouvementée et instable[3] de l'Equateur n'ont pas toujours permis à la municipalité de Quito de disposer de moyens financiers et techniques suffisants pour relever le défi. A cela s'ajoute d'autres problèmes affectant les transports, le bâti, les aménagements urbains en général, dus à la concrétisation occasionnelle d'aléas d'origine naturelle particulièrement nombreux à Quito. Certains surviennent de manière relativement localisée (inondation, coulée boueuse, glissement de terrain, affaissement des sols) et s'expliquent par les caractéristiques du site d'implantation de la ville (topographie accidentée) où l'expression de la morphogenèse est ubiquiste et souvent exacerbée par l'anthropisation. D'autres aléas sont également susceptibles d'affecter des espaces beaucoup plus vastes (éruption volcanique, séisme) ; la ville de Quito est surplombée par un massif montagneux associé au volcan *Pichincha* (voir carte 3). Plusieurs explosions du volcan *Guagua Pichincha* ont eu lieu en octobre 1999 au cours desquelles des cendres se sont déposées sur la ville, heureusement en quantité réduite évaluée à quelques millimètres (en 1660, la ville avait été recouverte par environ 15 cm de cendres). Plus récemment, en novembre 2002, l'éruption du volcan *El Reventador*, situé à 90 km. de la ville sur le versant amazonien de la chaîne andine équatorienne, a provoqué à son tour un dépôt de cendres sur l'agglomération qui a engendré de sérieuses perturbations socio-économiques et des dysfonctionnements notoires de la mobilité. De leur côté, les volcans *Cotopaxi* et *Cayambe*, tous deux recouverts par une calotte glaciaire, et situés à moins de 50 km. à vol d'oiseau de la capitale, représentent des menaces préoccupantes. Le récent accroissement de leur activité sismique est suivi de très près par les scientifiques de l'Institut de Géophysique de l'Ecole Polytechnique Nationale Equatorienne, car leur entrée en éruption pourrait engendrer des lahars[4] extrêmement dommageables.

[3] Lire notamment : GASTAMBIDE A., 2000, Équateur : de la crise bancaire de 1998 à la crise politique de 2000, et GALLEGOS F. R., 2000, Equateur : la crise de l'Etat et du modèle néo-libéral de développement, in Problèmes d'Amérique Latine N°36, janvier-février 2000. Depuis 1992, pas moins de 6 chefs d'Etat se sont succédés à la présidence, un a été déchu pour incapacité mentale, un autre renversé par une alliance entre l'Etat-major et les indigènes.

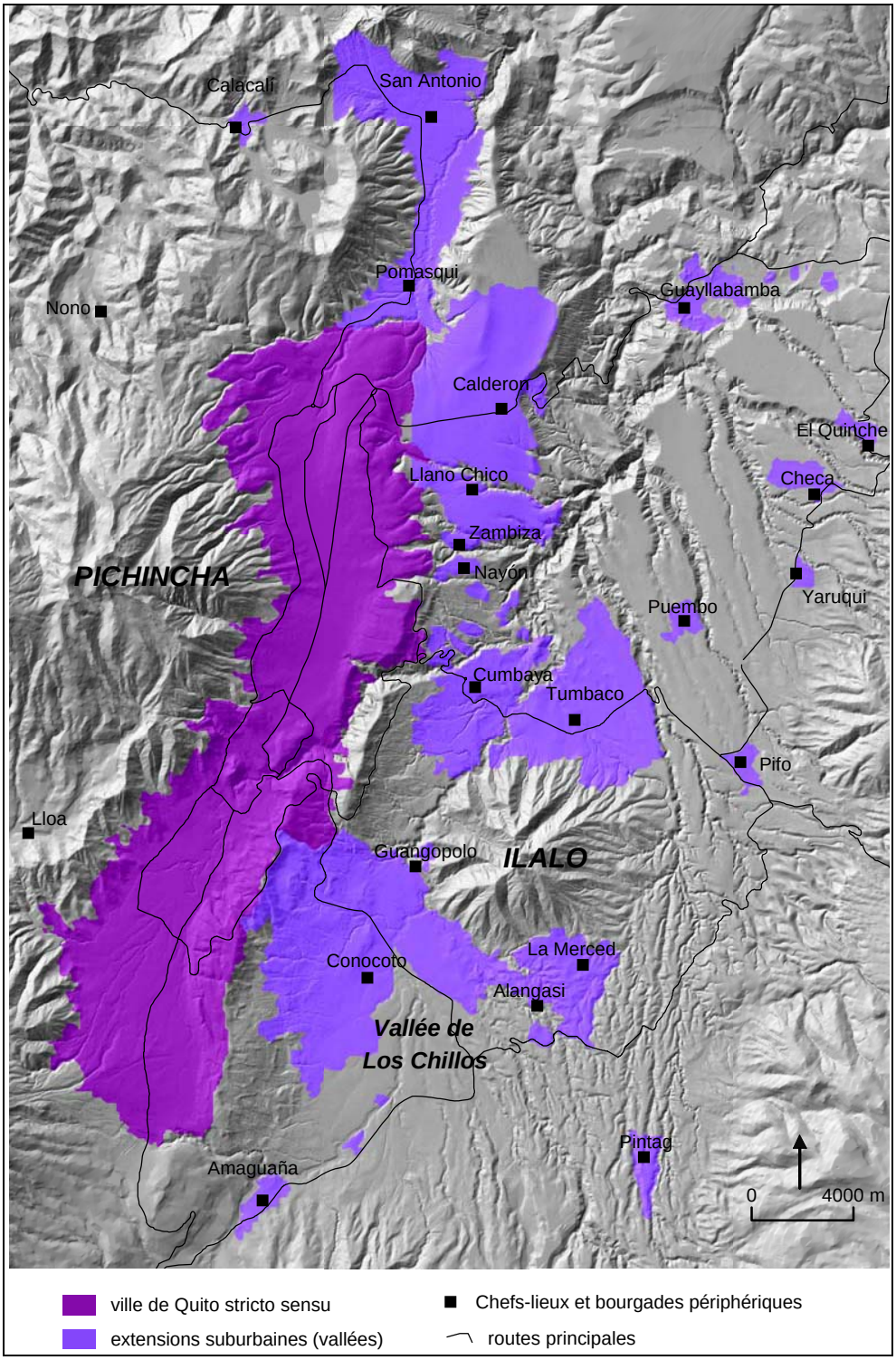
[4] Lahar est un terme indonésien générique décrivant un écoulement rapide saturé en débris rocheux et en eau en provenance d'un volcan attribuable à la fonte d'un glacier.



Carte 1: Découpage provincial et étagement altitudinal de l'Equateur
(Sources : d'après M. Souris – IRD/IGM).



Carte 2 : Découpage paroissial et étagement altitudinal dans le District Métropolitain de Quito
(Sources : d'après M. Souris – IRD/IGM/MDMQ).



Carte 3 : Agglomération de Quito (repères toponymiques et relief)
(Sources : MDMQ /IGM).

De plus, Quito se trouve dans la zone sismique la plus active de l'Equateur. La période de retour des séismes dont l'intensité est supérieure à VI a été estimée à 20 ans (CHATELAIN J.-L. et al., 1994). De nombreuses secousses ont affecté la capitale équatorienne au cours des derniers siècles occasionnant de sérieux endommagements et des perturbations significatives comme en 1587, 1755, 1797, 1868, et 1949. Le dernier événement sismique d'une intensité supérieure à VI est survenu en 1987 (HALL L. M., 2000). L'épicentre a été localisé dans la partie orientale du pays mais les secousses ont été ressenties de manière très nette à Quito entraînant, entre autre, une atteinte notoire au patrimoine bâti du centre historique (voir notamment TREMOLIERES, A., 2002), classé « Patrimoine de l'Humanité » par l'UNESCO en 1978. Ce tremblement de terre a, en outre, tué plus de 3000 personnes sur le versant amazonien et affecté de façon très grave l'économie du pays puisque l'oléoduc acheminant le pétrole depuis le bassin amazonien vers la côte s'est rompu privant ainsi l'Equateur de 70 % de ses revenus.

Si l'on analyse la situation d'autres capitales latino-américaines, telles que Mexico, Lima, Buenos Aires, l'on s'aperçoit que les problèmes relèvent plutôt de leur gigantisme (pollution, embouteillage) et la variété des aléas naturels y est globalement moindre (avec essentiellement l'aléa sismique pour les deux premières, et des inondations pour la dernière). Parmi les capitales andines, celle qui ressemble peut-être le plus à Quito au regard de sa taille, de son site, et de son exposition aux phénomènes d'origine naturelle, est l'agglomération de La Paz (menace sismique, glissement de terrain, coulée boueuse, affaissement des sols).

2 – Le programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito »

Face aux problèmes posés à la ville liés à la multiplicité des aléas en présence, une collaboration est née entre la Direction Métropolitaine du Territoire et du Logement de la Municipalité de Quito (DMTV) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Le programme « Système d'Information et Risques dans le District Métropolitain de Quito[5] » mis en place en 1999 poursuit quatre objectifs principaux :

- Approfondir la connaissance des vulnérabilités et des risques à Quito
- Mettre au point une méthode d'analyse des risques en milieu urbain
- Développer un outil destiné à appuyer les décisions des pouvoirs locaux dans le cadre d'une politique de prévention des risques et d'actions à mener en période de crise
- Réfléchir sur les liens entre concepts, recherche et application en matière de risque en milieu urbain

Ce travail s'appuie sur l'évolution d'une base de données urbaines, développée depuis la fin des années 1980 en collaboration avec l'IRD. Cette base, gérée par le Service Municipal d'Etudes Métropolitaines (UEM-DMTV), était initialement conçue pour la planification de l'agglomération et la gestion urbaine quotidienne. Outre un profond travail d'actualisation, un énorme effort d'enrichissement de cette base a été consenti dans de nombreux domaines, en particulier dans celui de la mobilité, par le biais de l'intégration de nouvelles informations documentées issues des travaux menés par l'équipe de recherche. L'enrichissement de cette

[5] Ce programme, initialement piloté par Pascale METZGER, chercheur à l'IRD, est dirigé depuis octobre 2000 par Robert D'ERCOLE, géographe de l'Université de Savoie en détachement auprès de l'IRD.

base était indispensable pour identifier les enjeux de la ville, analyser les vulnérabilités et évaluer les risques. La structuration de cet outil, s'appuyant sur le SIG *Savane*[6], est en même temps conçue de manière à permettre sa reproductibilité au profit d'autres villes.

Parmi les chantiers thématiques développés dans le cadre de ce programme, celui de la mobilité occupe une place centrale que nous développons dans cette thèse.

3 – La mobilité un enjeu pour la ville

Les villes sont l'expression et le résultat d'échanges. Maints auteurs soulignent l'importance de la mobilité aussi bien dans la constitution des systèmes urbains que dans la structuration des réseaux urbains. « *On n'insistera jamais assez sur le rôle fondamental des multiples aspects de la circulation tant à l'intérieur des organismes urbains que dans les rapports que ceux-ci entretiennent avec leurs périphéries et leurs homologues plus lointains* (BEAUJEU-GARNIER J., 1995) » ; « *la ville étant par essence relations, la circulation ne peut qu'y jouer un rôle fondamental* » ; « *que les transports s'arrêtent (pour causes d'intempéries ou de grève) et c'est toute la vie économique qui est mise en léthargie* ! (PELLETIER J., DELFANTE Ch., 1994) ».

La ville de Quito n'échappe pas à cet axiome. Plusieurs perturbations notoires de la mobilité induites par des aléas d'origine naturelle et anthropiques sont survenues au cours des cinq dernières années. Mentionnons à titre d'exemple la fermeture d'un des principaux accès à la ville (route *Interoceánica*) en mai 1998 suite à un glissement de terrain ou encore la paralysie du trafic suite aux chutes de cendres projetées par le volcan *El Reventador* en novembre 2002. Les dynamiques de mobilité au niveau de l'agglomération toute entière s'en sont trouvées gravement affectées, à moyen terme dans le premier cas, plus ponctuellement dans le second.

Les problèmes quotidiens et perturbations épisodiques de la mobilité préoccupent particulièrement les gestionnaires car ils handicapent ou remettent en cause le fonctionnement même de la ville et contrecarrent son développement. Nous nous sommes donc attachés à évaluer les risques encourus par le District Métropolitain de Quito compte tenu de ses problèmes de mobilité habituels et plus exceptionnels. Nous nous sommes posés la question de savoir quels sont les risques les plus graves, les plus probables et comment les prévenir.

4 – Mobilité et risques

Nous définissons la **mobilité urbaine** très succinctement dans un premier temps comme l'ensemble des déplacements de personnes réalisés au quotidien de manière contrainte (travail, école) ou non (loisir, visites..) par le biais de différents modes de transport circulant sur des réseaux généralement interconnectés. Compte tenu de la complexité de la mobilité, de très nombreuses approches sont utilisées pour son analyse. La mobilité est couramment étudiée selon des perspectives logistique, opératoire, économique, techniciste. Elle l'est aussi souvent sous un angle sociologique dans le but de comprendre certaines pratiques de

[6] Développé par Marc Souris, chercheur informaticien et mathématicien à l'IRD.

déplacements de différents groupes sociaux. Les travaux du CODATU[7] permettent d'établir un bilan sur ces multiples approches exploitées au cours des dix dernières années, plus particulièrement dans les pays du Sud.

De son côté, le **risque** est un concept dont les définitions ont beaucoup évolué. C'est, surtout à partir de la décennie 1990, promulguée Décennie Internationale pour la Prévention des Catastrophes Naturelles par les Nations Unies, que le risque a véritablement été analysé dans toute sa complexité, à l'origine de la multiplicité actuelle des définitions. En Amérique Latine, au cours de la DIPCN, de nombreux travaux ont été réalisés notamment dans le cadre de *La Red*[8] plus particulièrement à l'échelle des villes (voir notamment FERNANDEZ M.-A., 1996).

B. TAMRU (2002) définit le risque « *comme la représentation d'un danger potentiel* » et évoque « *les processus de vulnérabilisation* » attribuables aux dynamiques urbaines. P. PIGEON (2002a) considère pour sa part le risque comme « *la probabilité d'occurrence de dommages compte tenu des interactions entre processus physiques d'endommagement (aléas) et facteurs de peuplement (vulnérabilité). Les interactions conditionnent l'endommagement, comme les mesures préventives ou correctives qui cherchent à le gérer, et qui sont spatialement observables* ». R. D'ERCOLE[9], définit quant à lui le risque de la manière suivante : « *A la différence d'une catastrophe, le risque constitue une potentialité : la possibilité de survenue d'un événement à l'origine de conséquences. Dans certains cas, cette possibilité ou potentialité peut être traduite en probabilités. Le risque réunit donc deux acceptions : une probabilité et des conséquences. Ces dernières peuvent être positives comme négatives, même si ce sont les conséquences négatives qui sont le plus souvent considérées dans les analyses de risque. Transposé à l'espace, le risque est la probabilité pour un élément donné (un hôpital, une route, un quartier, une ville, etc.) d'être affecté par un phénomène donné (un tremblement de terre, une inondation, une agitation sociale) et d'en subir des conséquences. Ces dernières dépendent à la fois de la nature, de l'intensité et de l'extension du phénomène, des valeurs que l'on attribue à l'élément exposé, de ses vulnérabilités, de la capacité du groupe humain concerné à affronter le phénomène, etc.* ».

Le risque recouvre donc plusieurs dimensions : des dangers, des probabilités, des éléments exposés, des faiblesses, des conséquences. Ceci dit, parmi les éléments exposés, tous n'ont pas la même importance ; certains sont essentiels ce qui explique l'évolution dans le cadre du programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito » de la définition de R. D'ERCOLE. Pour cet auteur, « *le risque pour une ville ou pour toute autre entité spatiale est la possibilité de perdre ce qui est essentiel pour son fonctionnement et son développement. C'est avant tout l'enjeu qui fait le risque et qui se situe au cœur de la définition du risque. Le risque est d'autant plus grand que les enjeux de la ville sont plus vulnérables et la vulnérabilité peut être autant liée à l'exposition à des aléas qu'à des facteurs propres de fonctionnement des enjeux* »[10].

[7] L'Association CODATU (Coopération pour le Développement et l'Amélioration des Transports Urbains) est une association à vocation internationale dont l'objectif est de promouvoir les actions d'animation et d'échanges scientifiques, techniques, économiques et sociaux concernant les systèmes de déplacements urbains et périurbains ; elle s'appuie sur l'échange d'expériences entre les pays en développement et les pays plus anciennement industrialisés.

[8] Réseau d'études sociales sur la prévention des désastres.

[9] Contribution à la définition des mots de l'environnement urbain – IRD, 2002.

[10] D'ERCOLE R., METZGER P. (en préparation) – Las vulnerabilidades del Distrito Metropolitano de Quito - Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador.

La question que l'on se pose est de savoir comment d'un point de vue méthodologique nous pouvons analyser les risques encourus par le district métropolitain à partir de la question de la mobilité. Sur quels paramètres doit-on travailler ? Un premier élément de réponse semble se dégager avec le concept de vulnérabilité.

5 – La vulnérabilité de la mobilité

Si l'aléa peut-être à l'origine d'une perturbation de la circulation (déversement de terre sur la chaussée), d'un dérèglement du trafic (coupure électrique mettant hors service les feux tricolores), de multiples facteurs liés aux caractéristiques mêmes du fonctionnement des systèmes de transport, aux modalités de l'aménagement urbain et aux processus d'urbanisation, conditionnent à l'amont la survenue de l'aléa et la susceptibilité d'endommagement. De même, de nombreux problèmes sont observables au quotidien sans l'intervention d'un aléa, mais l'impact d'un aléa sera d'autant plus conséquent que l'élément exposé présente des faiblesses. Ceci a donc orienté notre analyse sur l'identification des vulnérabilités du réseau routier et des systèmes de transport.

Quelques études ont déjà été menées dans ce domaine et portent sur la variabilité de la performance de réseaux routiers (APPERT M., CHAPELON L., 2003), la fiabilité des réseaux routiers (LIDA Y., 1999), la vulnérabilité des routes (BERDICA K., 2002), les dommages induits par les coupures du réseau routier (GLEYZE J.-F., 2001) ou encore sur l'impact des « aléas environnementaux » sur les systèmes de transport (COVA T.J., CONGER S., 2004). Ces études portent essentiellement sur des pays du Nord (France, Angleterre, Etats-Unis) dont les réseaux routiers et les systèmes de transport sont particulièrement complexes. Ces analyses reposent sur de solides bases de données comme nous n'en disposons pas à Quito.

Les vulnérabilités des systèmes de transport et du réseau routier ont été analysées dans notre travail à partir de six formes déterminées par l'équipe de recherche dans le cadre du programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito » [11]. Ces six formes tiennent compte aussi bien des fragilités des systèmes (trois premières formes) que des éléments de compensation (trois formes suivantes). Les six formes sont les suivantes :

- la vulnérabilité intrinsèque : correspond aux faiblesses internes, aux fragilités propres, aux faiblesses structurelles et structurales de l'élément étudié.

- la dépendance : reflète les relations de dépendance de l'élément vis-à-vis d'autres systèmes, relations qui sont nécessaires à son fonctionnement.

- l'exposition aux aléas et la susceptibilité d'endommagement : considère les différents types d'aléas d'origine naturelle et anthropique auxquels sont exposés les éléments et permet de juger si ces derniers sont susceptibles de connaître des dommages ou des dysfonctionnements.

[11] Dans les autres domaines (réseaux électriques, d'approvisionnement en eau, entreprises, établissements de santé, etc.), la vulnérabilité est aussi analysée de cette manière.

- la capacité de contrôle : est entendue comme la possibilité de contrôle de l'élément, c'est-à-dire s'il est facile ou non d'intervenir au niveau de l'élément, directement ou à distance, en cas de problème.

- les alternatives : reflètent les possibilités de remplacement, de substitution d'un élément remplissant une fonction donnée, en cas de défaillance.

- la préparation aux crises : correspond aux mesures préventives, aux diverses formes de préparation, à l'existence de plans prévus par les gestionnaires pour faire face aux crises.

La vulnérabilité des réseaux et des transports permet donc de comprendre la vulnérabilité de la mobilité et fournit des pistes pour l'évaluation des risques encourus. La question qui se pose à ce stade est de savoir sur quels éléments parmi les multiples tronçons viaires, parmi l'ensemble d'ouvrages d'art routiers, parmi les nombreuses installations conçues pour le transport, va porter l'analyse de vulnérabilité ?

6 – Le ciblage sur les enjeux de la mobilité

Tous les éléments d'un réseau routier, d'un système de transport n'ont pas la même importance. Certains ont un caractère essentiel pour le fonctionnement d'une ville. Nous avons donc opté de cibler les analyses de vulnérabilité sur les enjeux majeurs du fonctionnement du système urbain. Cette démarche présente plusieurs intérêts. Tout d'abord, dans une perspective d'optimisation de réduction des risques compte tenu de la capacité financière relativement restreinte de la ville de Quito, il paraissait pertinent de se focaliser sur les structures essentielles, c'est-à-dire sur celles dont l'endommagement serait le plus préjudiciable pour le système urbain, et qu'il faut par conséquent protéger ou épargner à tout prix. D'autre part, analyser la vulnérabilité des enjeux du système urbain présente un avantage méthodologique dans la mesure où il est impossible de procéder à des analyses exhaustives notamment lorsqu'on travaille dans une grande ville compte tenu de la durée généralement courte des programmes de recherches (dans notre cas, quatre ans). Enfin, les enjeux identifiés à l'échelle de l'agglomération, sont des objets d'un intérêt commun (routes, tunnels, gare, stations de correspondances,..), familiers aux gestionnaires municipaux, sur lesquels ces derniers ont directement prise que ce soit pour leur administration en temps normal ou pour leur gestion en période de crise.

Des études de risques en milieu urbain menées par des géographes de l'Université de Savoie (LUTOFF C., 2000 ; D'ERCOLE R., PIGEON P., BAUSSART O., et al., 2000) sur les villes de Nice et d'Annecy, ont déjà permis de tester l'opérationnalité de l'évaluation des risques à partir d'une analyse de vulnérabilité ciblée sur les enjeux. Ceci dit, dans ces études, les enjeux ont été déterminés par rapport à un aléa spécifique (séisme), alors que dans notre travail, nous identifions les enjeux indépendamment de l'aléa ce qui est novateur et implique une méthodologie d'analyse particulière. La démarche sous-jacente consiste à penser la ville et ses enjeux de fonctionnement avant tout autre considération. Cette orientation a en partie été influencée par notre partenaire, la mairie de Quito, organisme-clef en charge de la gestion et de la planification urbaine. D'autre part, face à la multiplicité des aléas auxquels est confronté le district (voir supra), et face à l'impossibilité de prévoir avec certitude leur occurrence, les lieux de survenance, leur étendue, il nous paraissait opportun d'analyser de prime abord les piliers du fonctionnement du système urbain beaucoup plus tangibles, avant d'analyser dans

un deuxième temps leurs vulnérabilités, parmi lesquelles leur éventuelle exposition aux aléas (voir la définition préalable de R. D'ERCOLE, p. 26)

L'échelle d'identification des enjeux de la mobilité que nous avons retenue est celle associée au fonctionnement de l'agglomération dans son ensemble, fonctionnement qui est fortement dépendant de celui de la ville de Quito stricto sensu, et plus particulièrement de son espace central associé à sa position de centralité métropolitaine. Cette échelle présente l'avantage d'être en adéquation avec l'échelle d'action des gestionnaires municipaux en matière de voirie et de transport et également en matière de gestion des risques.

La question qui se pose est donc de savoir quels sont les éléments essentiels pour la mobilité dans le District Métropolitain de Quito et surtout comment les identifier ? Nous nous attachons à repérer avant tout, les éléments matériels essentiels et les lieux où se ils trouvent pour pouvoir évaluer ultérieurement leur vulnérabilité qui comprend notamment l'exposition aux aléas. Par conséquent, nous restreignons notre analyse principalement aux enjeux ayant une implantation spatiale, c'est-à-dire aux enjeux-objets localisables. Les enjeux-objets sont des infrastructures routières et équipements de transport supportant des dynamiques enjeux. Nous le verrons, le décryptage des enjeux repose sur une méthode particulière qui consiste à hiérarchiser et à catégoriser les éléments à partir de différents critères en fonction des espaces considérés (ville, espaces suburbains, limite extérieure du district).

Connaissant les enjeux, nous évaluons leur vulnérabilité. A partir de là, nous individualisons les enjeux les plus vulnérables, c'est-à-dire les enjeux particulièrement sujets aux défaillances, les plus susceptibles de se retrouver inopérants. Ceci permet de faire ressortir les maillons du réseau sur lesquelles la circulation risque le plus d'être compromise. A partir de là, comment évaluons-nous les risques ?

7 – Le nécessaire recours à la notion d'accessibilité

L'impact de la fermeture d'un axe enjeu, les conséquences de la suspension d'un service de transport sur une ligne enjeu seront d'autant plus pénalisants pour la ville que ces enjeux permettent d'accéder à des lieux essentiels à son fonctionnement et à son développement. Les lieux essentiels sont des espaces qui rassemblent de multiples enjeux majeurs relevant de différents domaines (santé, éducation, économie …) qui doivent être accessibles pour être fonctionnels. Ces lieux essentiels peuvent correspondre à des centralités urbaines rassemblant des enjeux tels que certains hôpitaux, certains établissements éducatifs, certaines administrations, certains services…. Les lieux essentiels peuvent se situer également dans des espaces en périphérie de la ville, et comporter des éléments enjeux de la logistique urbaine, comme une centrale électrique, un dépôt de carburants, des antennes de télécommunication… La remise en cause de l'accessibilité des espaces supports d'enjeux majeurs laisse pressentir des risques. En effet, l'impossibilité d'atteindre les espaces enjeux, durant un temps plus ou moins prolongé, peut compromettre le fonctionnement même des enjeux et c'est l'ensemble du système territorial qui peut en pâtir. Par exemple, si une entreprise importante se retrouve isolée, son fonctionnement s'en trouvera gravement atteint. Les entreprises amont qui la fournissent, et les entreprises aval qui en dépendent, connaîtront également des perturbations. Des employés pourront se retrouver au chômage, des revenus disparaîtront et l'économie de la ville pourra s'en trouver affectée. Ceci met en évidence des répercussions en chaîne à l'échelle d'un système. De même, l'impossibilité d'atteindre un grand centre hospitalier

pourra réduire l'efficacité des secours et porter préjudice aux victimes. Dans le cas du District Métropolitain de Quito, ces enjeux majeurs pour le fonctionnement du système territorial ont été identifiés, localisés et présentés dans l'ouvrage : « *Los Lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito* » (R. D'ERCOLE, P. METZGER, 2002). C'est donc à partir de ces informations que nous évaluons les risques.

Si un secteur peut voir son accessibilité fortement compromise compte tenu des dommages occasionnés à ses voies d'accès (destruction d'un pont, déversement de terre sur la chaussée…), des problèmes de communication sont observables déjà en temps normal et peuvent handicaper le fonctionnement d'un système territorial. C'est pourquoi, nous nous intéressons dans un premier temps à mesurer et cartographier l'accessibilité habituelle qui est fortement hétérogène à l'intérieur même du district. Ensuite, nous envisageons dans un deuxième temps, les problèmes d'accessibilité possibles en cas de défaillance des enjeux de la mobilité.

Une mauvaise accessibilité habituelle ou occasionnelle permet donc de faire ressortir des enjeux majeurs pour le fonctionnement du système territorial qui encourent le plus de risques compte tenu de leur localisation. Ceci dit, tous les enjeux n'ont pas la même échelle d'influence. Certains assurent une fonction sur l'ensemble d'une région métropolitaine ou d'une agglomération, d'autres ont un rayonnement beaucoup plus localisé. L'attractivité d'une université dépasse bien souvent l'échelle de la ville. Certains centres hospitaliers spécialisés ont une zone d'influence très vaste, alors qu'un dispensaire n'assure un rôle que sur le voisinage proche. L'aire de chalandise de certains commerces est également fort variable. Plus le service ou le produit proposé est rare, plus l'aire de chalandise s'étend. Dans le même ordre d'idée, certaines infrastructures (télécommunication, électricité) assurent une couverture très hétérogène qui peut aller du quartier à un arrondissement et jusqu'à une ville toute entière. La remise en cause de l'accessibilité des zones supports d'enjeux peut pénaliser les différents types d'enjeux et laisse pressentir des impacts à des échelles distinctes.

Au final, le risque se mesure à partir des conséquences négatives envisageables compte tenu des problèmes d'accès aux espaces enjeux, attribuables à une perte de fonctionnalité d'un ou plusieurs éléments essentiels de la mobilité. Ceci conforte la place de la notion d'enjeu au cœur de la définition du risque. Le risque dépend donc aussi des faibles accessibilités habituelles et des possibilités de réduction de l'accessibilité qui reflètent des vulnérabilités. L'analyse spatiale nécessaire à la détermination de l'accessibilité, permet donc de contribuer à l'évaluation des risques. Comme le souligne Y. DUPONT (2003), « *la géographie, et l'analyse spatiale tout particulièrement, permettent de dégager le risque d'une approche purement circonstancielle, pour le remplacer dans sa dimension structurelle : celle de l'organisation de l'espace dont il constitue à la fois un facteur et un produit. De fait, penser le risque en termes d'espace revient à glisser d'une logique de probabilité surtout temporelle à une logique de probabilité spatiale, avec ses conséquences en matière de localisation et d'extension des effets* ».

Le risque est donc une conjonction territoriale d'enjeux, de vulnérabilités, de compensations, et d'aléas. Comme le souligne R. D'ERCOLE[12], « *le risque est la résultante dans l'espace de dynamiques négatives et positives susceptibles de se concrétiser au détriment (et parfois à la faveur) des enjeux humains. Le risque ne peut donc se résumer à la simple équation (aléa x vulnérabilité), couramment utilisée* ».

[12] Contribution à la définition des mots de l'environnement urbain – IRD, 2002.

8 – L'intérêt de la démarche systémique

Analyser la mobilité implique de considérer un vaste panel de variables qui conditionnent son organisation, son fonctionnement, son évolution. Etudier la mobilité dans un milieu urbain suppose analyser l'occupation des sols, la distribution de la population, la configuration de l'espace, le contexte économique… De multiples éléments interviennent dans la mise en œuvre de la mobilité. Différents acteurs, aux compétences complémentaires, parfois chevauchantes, participent à son fonctionnement. La mobilité s'organise par le biais de moyens de transport qui circulent sur un support physique et qui requièrent de l'énergie. Les déplacements ne sont que la résultante de l'expression des besoins, contraints ou non, des citadins satisfaits grâce à une offre de transport. L'évolution de certains éléments entraîne le plus souvent une évolution d'un ou plusieurs autres éléments. Par exemple, plus le nombre de voitures augmente, plus les pouvoirs publics auront tendance à construire de nouvelles routes, à bâtir des parkings plus grands, ou à favoriser des modes alternatifs (transport en commun, bicyclette). De même, des changements de la mobilité peuvent induire des changements pour la ville. Par exemple, l'adoption d'un métro dans une ville engendre systématiquement une restructuration de l'occupation des sols urbains.

Ce schéma intègre donc de très nombreuses interrelations complexes entre les différents éléments constitutifs de la mobilité et rend implicite une démarche systémique pour l'aborder dans sa globalité, comme l'indique la figure 1. Afin de ne pas la surcharger, nous n'avons représenté que les relations, à notre sens, les plus importantes, celles à l'intérieur du système de transport et celles mettant en rapport le système de transport avec les autres composants et les autres niveaux systémiques. Il s'agit des relations systémiques essentielles. L'évolution ou la rupture d'une d'entre elles aura nécessairement des incidences sur les différents niveaux de système. Si certains composants sont également des systèmes à part entière (activités), nous les considérons ici comme indécomposables. Seules nous intéressent leurs implications sur la mobilité. Enfin, même si un emboîtement d'échelles existe, par question de simplicité, nous n'utilisons dans le texte que le mot système, sans ses préfixes (méta, sous). Le système de mobilité englobe à la fois les « flux » et le système de transport (acteurs, infrastructures, offre). Le système de transport est en quelque sorte le moteur de la mobilité, c'est grâce à lui que peuvent s'opérer les déplacements de la population dans le système territorial urbain. Il possède sa structure propre et dépend d'autres sous-systèmes ou éléments qui forment son environnement (occupation des sols, distribution de la population, configuration de l'espace urbain, situation de la ville dans le réseau urbain, contexte économique, politiques municipales, approvisionnement en combustibles...). L'environnement systémique est l'ensemble de paramètres extérieurs qui influent sur un système et qui ne sont pas spécifiques à ce dernier.

Par rapport à notre problématique, la démarche systémique permet aussi de repérer à l'intérieur des différents systèmes sur lesquels repose la mobilité, les éléments enjeux et de repérer des formes de vulnérabilité, comme les « dépendances » des enjeux de la mobilité vis-à-vis d'autres systèmes. Les vulnérabilités se rapportent aussi bien à l'élément enjeu, qu'au système dont il fait partie ou aux systèmes dont il dépend. Dans le même ordre d'idée, c'est dans le cadre d'une démarche systémique que nous mesurons l'impact d'une perte de fonctionnalité d'un élément essentiel de la mobilité sur les enjeux de fonctionnement du système territorial urbain (et l'impact du dysfonctionnement de ces enjeux sur l'ensemble du district). Par ailleurs, les impacts pressentis sont d'autant plus conséquents que les enjeux du fonctionnement du DMQ sont eux-mêmes vulnérables. En définitive, la combinaison des vulnérabilités des enjeux majeurs en interrelation dans un système urbain rappelle la complexité du risque et de son évaluation.

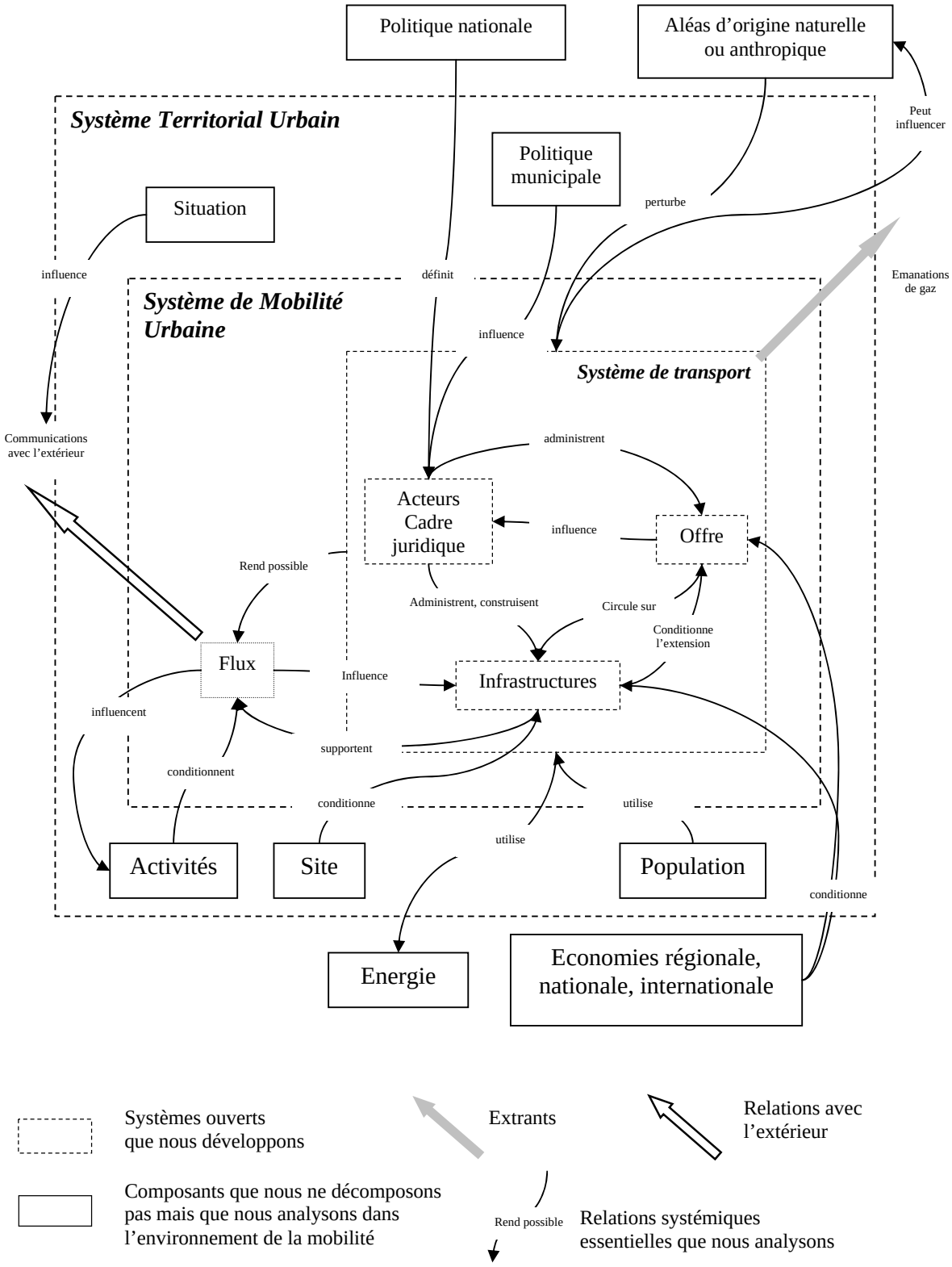


Figure 1 : Représentation schématique du système de mobilité urbaine

9 – L'usage d'un SIG

L'évaluation des risques telle que nous l'envisageons, ne peut se concevoir sans les traitements réalisés à l'aide d'un Système d'Information Géographique. A toutes les étapes de l'évaluation, le SIG est indispensable. Il permet d'identifier les enjeux au moyen de requêtes statistiques (à partir d'une valeur seuil, ou pour les variables qualitatives, en ne retenant que certaines modalités) ou par l'intermédiaire de traitements topologiques (par exemple, la géoagrégation des lignes de bus sur les tronçons du réseau routier permet de faire ressortir des couloirs enjeux). Dans le domaine des vulnérabilités, il offre de multiples possibilités. Par exemple, il permet de mesurer les caractéristiques des réseaux et donc de singulariser les secteurs faiblement connexes, les tronçons à forte pente, à forte sinuosité… Il permet bien sûr de mesurer aussi l'exposition des enjeux aux aléas et autorise la superposition des enjeux avec d'autres phénomènes ayant une dimension spatiale (embouteillages, itinéraires de circulation des produits dangereux…). Grâce à un SIG, on peut également mesurer les distances (éloignement par rapport aux zones d'intervention des pompiers, évaluation des détours nécessaires en cas de défaillance d'un élément …) et déterminer l'accessibilité des enjeux au regard du réseau viaire. Il permet aussi d'évaluer le risque en repérant dans une zone isolée, les populations, activités et fonctions urbaines en présence, à partir de quoi il est possible de mesurer les conséquences envisageables.

La totalité des traitements et analyses effectuées dans ce travail repose sur le SIG « *Savane* » développé par M. SOURIS[13]. Ce chercheur a développé de nouvelles fonctionnalités dans ce logiciel pour répondre spécialement à nos demandes, en particulier pour mesurer la connexité des réseaux, la pente des tronçons routiers à partir d'un MNT[14], leur orientation…

10 – Organisation de la thèse

L'objectif de cette thèse de géographie est donc de proposer une réflexion sur les risques encourus par le District Métropolitain de Quito à partir de la question de la mobilité des personnes et de la vulnérabilité de ses enjeux. Dans une perspective de planification urbaine préventive, cette recherche propose une base de réflexion utile aux différents acteurs urbains, fournit des pistes pour la réduction des vulnérabilités et apporte des orientations pour la gestion de crise. Cette recherche repose sur une méthode d'analyse du risque en milieu urbain élaborée de façon à être reproductible.

La première partie traite des dynamiques de mobilité des personnes prévalant au sein du district, examine leur fondement au regard de la répartition des fonctions urbaines, et détaille le système de transport (acteurs, réseaux, offre) sur lequel ces dynamiques reposent.

La deuxième partie, présente les enjeux de la mobilité, en particulier les enjeux-majeurs, grâce à une méthode d'identification que nous avons mise au point dans le cadre du programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito». Les enjeux sont également cartographiés.

[13] Pour plus de détails, voir SOURIS, M., 2002.
[14] Modèle Numérique de Terrain.

La troisième partie porte sur les vulnérabilités des enjeux de la mobilité, vulnérabilités qui les prédisposent aux endommagements, aux défaillances. La méthode d'évaluation des vulnérabilités fondée sur les six formes (intrinsèque, dépendance, exposition, alternatives, capacité de contrôle, préparation) est détaillée. Les vulnérabilités des enjeux sont aussi présentées sous forme de cartes.

La quatrième partie aborde la question des risques. Elle s'appuie sur une analyse spatiale qui permet de mesurer l'accessibilité habituelle des lieux et surtout les possibilités de réduction de leur accessibilité en cas de défaillance des enjeux de mobilité les plus vulnérables. Cette démarche permet de mesurer les conséquences envisageables des défaillances à l'échelle du district.

Indications aux lecteurs et lectrices

Informations générales sur l'Equateur

L'Equateur s'étend sur une superficie d'environ 250 000 km² soit la moitié du territoire métropolitain français. Dans le contexte latino-américain, et par rapport aux états limitrophes (Colombie, Pérou), il fait figure de petit pays. L'Equateur comporte trois grandes régions géographiques : la région côtière à l'ouest, la sierra au centre et le bassin amazonien à l'est (voir carte 1). L'Equateur est divisé en vingt-deux provinces, elles-mêmes divisées en deux cent dix-neuf cantons. Le District Métropolitain de Quito (DMQ) fait partie de la province de *Pichincha* (du nom du volcan) et correspond au canton de Quito. Les cantons sont les juridictions des municipalités. A l'intérieur des cantons, se trouvent les paroisses. Le DMQ englobe 84 paroisses dont 32 urbaines (la ville de Quito stricto sensu) localisées dans la cuvette longitudinale au pied du massif du *Pichincha* (voir cartes 2 et 3). Le DMQ couvre une superficie de 4 250 km² soit 1,7 % de la surface du pays. Il rassemble 1,8 million d'habitants au dernier recensement (INEC – 2001), soit environ 15 % de la population nationale (12 millions). L'agglomération de Quito, entendue comme partie urbanisée au sens morphologique du terme (agrégat de constructions), occupe seulement 10 % du district. L'agglomération couvre 74 paroisses sur les 84 que compte le district. La ville de Quito présente une physionomie particulière ; elle s'étale sur 40 km. de long du nord au sud et sur 3 à 5 km. de large (voir photos 1, 2, 3 et 4).

Autres précisons

La plupart des cartes ont été réalisées par Florent DEMORAES avec le SIG *Savane*. Pour ces cartes nous n'indiquons pas l'auteur. En revanche, lorsque la carte provient d'un autre auteur, nous le précisons. D'autre part, la carte sur feuille volante (carte 21) présentant les nomenclatures des rues et les principaux points de repère de la ville servira au lecteur tout au long du texte qui fait fréquemment référence aux noms des rues et des lieux. Enfin, une liste des sigles utilisés se trouve en annexe.



Photo 1 : Centre Nord de Quito.
Prise de vue depuis les flancs du *Pichincha* en direction de l'Est ***(Cliché : F. Demoraes, juillet 2001)***



Photo 2 : Espace Central de Quito.
Prise de vue depuis les flancs du *Pichincha* en direction de l'Est ***(Cliché : F. Demoraes, juillet 2001)***

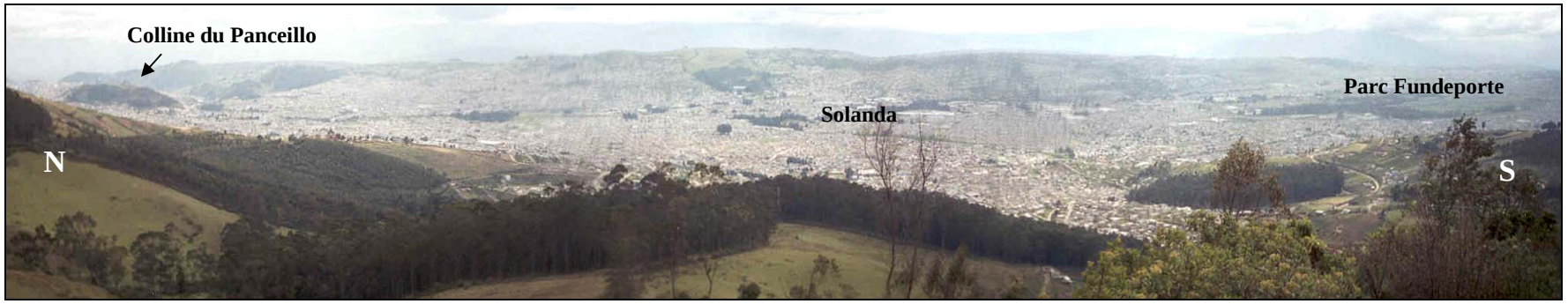


Photo 3 : Centre Sud de Quito.
Prise de vue en direction de l'Est ***(Cliché : F. Demoraes, juillet 2001)***



Photo 4 : Extrême Sud de Quito.
Espace beaucoup moins dense constitué de quartiers populaires. Prise de vue en direction de l'Est ***(Cliché : F. Demoraes, juillet 2001)***

PREMIERE PARTIE

I - Mobilité des personnes dans le District Métropolitain de Quito 41

1 – La mobilité dans le district de Quito : 80 % des déplacements réalisés au quotidien en bus 41

1.1 – Les communications avec l'extérieur du district 42

1.1.1 – Une prépondérance des communications entre Quito et les deux tiers Sud du pays grâce à un réseau dense de transport en commun interprovincial 42

1.1.1.1 – Quito, métropole andine située dans le tiers nord de l'Equateur 42
1.1.1.2 – Estimation des déplacements de personnes au départ de Quito vers le reste du pays : des flux majoritaires vers le sud 43
1.1.1.3 – Le District de Quito : un nœud important dans le réseau routier national 46

1.1.2 – Une multitude de déplacements de personnes entre le DMQ et sa périphérie proche : un jeu de complémentarités socio-économiques régionales 48

1.1.2.1 – Les échanges d'affaires et touristiques entre Otavalo et le DMQ 48
1.1.2.2 – Les échanges de main d'œuvre et d'affaires entre Cayambe et le DMQ 49
1.1.2.3 – Les échanges entre Machachi, centre régional agricole, et le DMQ 49

1.2 – Les communications centre / périphérie 51

1.2.1 – Mobilité et centralité 51

1.2.2 – Des périphéries inégalement et insuffisamment pourvues en fonctions urbaines 52

1.2.3 – Une nette concentration des fonctions urbaines dans la ville de Quito 58

1.2.4 – Près de 150 00 déplacements centre / périphérie réalisés au quotidien en transport en commun 62

1.2.4.1 – Des mouvements pendulaires majoritaires le matin, surtout motivés par le travail 62
1.2.4.2 – La moitié nord de la ville : une zone de réception de la plupart des flux en provenance des périphéries 65

1.3 - Les communications intra urbaines 67

1.3.1 – L'hypercentralité fonctionnelle de l'espace central de la ville de Quito 67

1.3.2 – Une très forte fréquentation de l'espace central liée à son attractivité 69

1.3.3 – Détail de l'attractivité, de la fréquentation et des motifs de déplacements au sein de la ville : des situations très hétérogènes 70

1.3.3.1 – Des secteurs urbains inégalement attractifs 70
1.3.3.2 – Une répartition journalière des déplacements très contrastée 70
1.3.3.3 – Des motifs de déplacements très variés selon les secteurs 72

1.4 - Conclusion 73

2 - Structuration, organisation et fonctionnement du système de transport 74

2.1 – Le cadre juridique et institutionnel 74

2.1.1 – Le système d'acteurs intervenant dans le domaine de la voirie : trois organismes principaux 74

2.1.1.1 – L'entreprise métropolitaine municipale de l'équipement de Quito (EMOP-Q) : un champ d'action essentiellement en ville 74
2.1.1.2 – Le Conseil Provincial de Pichincha (HCPP) : un rôle cantonné aux zones suburbaines ... 75
2.1.1.3 – Le Ministère de l'Equipement (MOP) : un organisme chargé des routes d'intérêt national 76

2.1.2 - Le système d'acteurs intervenant dans l'organisation des transports et la gestion de la circulation 78

2.1.2.1 – Les organismes de tutelle du transport en commun : le rôle essentiel de la mairie 78
2.1.2.2 – Les organismes chargés du parc automobile et du trafic : des compétences plus ou moins clairement partagées entre la Municipalité de Quito et la Police Nationale 79

2.2 – Le système d'infrastructures routières (réseau, ouvrages et équipements) 81

2.2.1 – Une extension exponentielle du réseau routier lié à l'étalement urbain amorcé surtout à partir des années 1920 81

2.2.1.1 – Une extension contrainte selon une direction nord-sud à l'échelle de la ville 81
2.2.1.2 – Une extension tournée vers les vallées orientales à partir des années 1970 grâce à l'élévation du taux de motorisation 83

2.2.2 – Fonctionnalité et fréquentation des axes routiers : vers une catégorisation en trois types 84

2.2.2.1 – Les axes structurants 84
2.2.2.2 – Les réseaux principaux urbain et suburbain 87
2.2.2.3 – Les réseaux secondaires urbain et suburbain 88

2.2.3 – Les ouvrages d'art routiers : une répartition surtout concentrée dans la moitié nord de la ville, actuellement en phase de réaménagement 88

2.2.4 - Les équipements et installations conçus pour les transports en commun et individuel 93

2.2.4.1 – Les installations spécifiques au transport en commun 93
2.2.4.2 – Les principaux équipements associés à la circulation générale 94

2.3 – Le système de transport (véhicules, réseau) : particularités, fonctionnement, utilisation et évolutions 97

2.3.1 – Près de deux millions de déplacements quotidiens en transport en commun, tous types confondus 97

2.3.1.1 – Les différents modes de transport en commun : une prépondérance des déplacements en bus urbains 97
2.3.1.2 – Un déplacement en bus par jour et par habitant 98

2.3.2 – Le système d'offre privée du transport en commun public 98

2.3.2.1 – Un système caractérisé par une atomisation de l'offre associée à un fonctionnement encore largement artisanal, peu performant et dangereux 98
2.3.2.2 – Regroupement et professionnalisation des opérateurs : une politique impulsée par la municipalité dans le but d'améliorer la qualité du transport 101

2.3.2.3 – Différents services à différents tarifs longtemps fixés pour l'ensemble des villes de l'Equateur, quelque soit leur taille ! 102
2.3.2.4 – L'absence d'arrêts fixes, source d'insécurité pour les passagers et de pollution 102
2.3.2.5 – L'évolution récente de la flotte : des bus à plus grande capacité 103
2.3.2.6 – Le réseau de transport en commun : un agencement des lignes de bus essentiellement nord-sud dans la ville et le long des axes centre-périphérie 103
2.3.2.7 – Processus d'urbanisation et étalement corollaire du réseau de transport en commun..... 106
2.3.2.8 – Onze kilomètres : distance moyenne d'un trajet en ville effectué en bus par un usager... 108

2.3.3 - Le système d'offre municipale du transport en commun public 109

2.3.3.1 – La Municipalité de Quito : un opérateur de transport depuis 20 ans ayant joué un rôle-clef face à l'insuffisance de l'offre privée de la fin des années 80 109
2.3.3.2 – La restructuration institutionnelle du début des années 90 à l'origine de la municipalisation des transports et de la mise en place du trolleybus 110
2.3.3.3 – Le trolleybus : un système intégré fonctionnant en site propre à l'origine d'une véritable révolution des transports à Quito 111
2.3.3.4 – Le trolleybus : des véhicules électriques transportant 210 000 personnes par jour, soit 11 % de la demande 114
2.3.3.5 – Le succès du trolley à l'origine de la volonté municipale d'étendre le réseau intégré : une première étape assez laborieuse avec la Ecovía 116

2.3.4 – La place grandissante de l'automobile dans le District Métropolitain de Quito 119

2.3.4.1 – L'automobile : un mode de transport encore assez faiblement utilisé mais en augmentation exponentielle depuis 30 ans 119
2.3.4.2 – Plus de 40 % du parc automobile national équatorien dans les rues de Quito..... 120

Conclusion ***..... 124***

I - Mobilité des personnes dans le District Métropolitain de Quito

Pour comprendre les risques encourus par le district métropolitain de Quito à partir des perturbations et des dysfonctionnements envisageables de la mobilité, il nous faut en premier lieu connaître les principales dynamiques quotidiennes de mobilité dans le district et le système de transport qui les supporte. A partir de là, il nous sera possible de repérer les dynamiques enjeux et les infrastructures enjeux associées (deuxième partie). Cette première partie présente l'intérêt également de fournir une première série de renseignements sur les principaux problèmes de mobilité qui nous sera utile pour l'analyse de vulnérabilité (troisième partie). Enfin, cette partie éclaire le lecteur sur les particularités des transports à Quito, qui diffèrent en de nombreux points des transports urbains en France ou en Europe.

1 – La mobilité dans le district de Quito : 80 % des déplacements réalisés au quotidien en bus

L'objectif de cette section est de déterminer les besoins en déplacements quotidiens au sein du district, c'est-à-dire les besoins en déplacements de ses 1,8 million d'habitants dans le cadre des dynamiques nationales et activités métropolitaines. Pour ce faire, nous présentons les motifs de déplacements, les principaux lieux d'attraction, les centralités et les communications avec les pôles urbains périphériques des cantons voisins. Trois échelles sont retenues : 1 - les communications avec l'extérieur du district, 2 – les communications centre / périphérie et, 3 – les communications intra-urbaines.

Cependant, les données sur les flux interprovinciaux font cruellement défaut ou sont déjà anciennes. Une Enquête Origine Destination de passagers par route[15] avait été menée en 1983 par le Ministère de l'Equipement de l'Equateur (MOP) mais, depuis, aucune étude similaire aussi exhaustive n'a été entreprise (ou rendue publique !). Aussi, tentons-nous d'analyser les communications entre Quito et le reste du pays par le biais de données connexes, comme les principales destinations en transport en commun au départ de Quito, le nombre de lignes de bus assurant les jonctions interprovinciales, quelques relevés de trafic, la situation de Quito dans le réseau urbain équatorien, ses caractéristiques de capitalité et les mouvements migratoires récents. De même, aucune enquête de mobilité auprès des ménages n'a été réalisée à l'intérieur du DMQ. En revanche, une enquête Origine Destination[16], ayant permis d'évaluer à environ 1,5 million, le nombre de déplacements réalisés au quotidien en bus, et divers comptages ponctuels de véhicules ont été réalisés par la Mairie de Quito, le HCPP (Conseil Provincial) et le MOP. Nous essayons d'exploiter au maximum ces informations étayées de nos connaissances personnelles[17].

[15] Voir notamment, PORTAIS M., 1987

[16] Ce travail a été effectué par la UPGT (Unité municipale de Planification et Gestion des Transports) les mardi 10, mercredi 11 et jeudi 12 novembre 1998 sur la quasi-totalité des lignes légales assurant un service dans l'agglomération. Un peu plus de 40 000 enquêtes ont été réalisées auprès des usagers à l'intérieur des bus urbains et interparoissiaux de 6:00 à 20:00.

[17] J'ai conduit un véhicule et été usager du transport en commun à Quito pendant plus de deux ans.

L'importance du transport en commun est capitale au sein de l'agglomération. D'après le service des transports de la mairie, il prend en charge environ 80 % des déplacements motorisés chaque jour. Ceci explique notre choix d'analyser avant tout la mobilité organisée en transport en commun. Quelles sont donc les principales dynamiques, les principaux échanges en jeu dans le District Métropolitain de Quito ? Comment et selon quelles logiques s'articulent les déplacements ? Nous proposons de répondre à ces questions à partir d'une analyse à trois échelles : (1) – les communications avec l'extérieur du district, (2), les communications centre / périphérie et (3) – les communications intra urbaines

1.1 – Les communications avec l'extérieur du district

1.1.1 – Une prépondérance des communications entre Quito et les deux tiers Sud du pays grâce à un réseau dense de transport en commun interprovincial

1.1.1.1 – Quito, métropole andine située dans le tiers nord de l'Equateur

Le District Métropolitain de Quito se situe dans le tiers Nord du pays, au sein de la cordillère des Andes, entre la région côtière à l'Ouest et le bassin amazonien à l'Est (voir carte 1). Cette situation implique que près des deux tiers des principaux centres urbains se trouvent au Sud du District parmi lesquels l'agglomération portuaire de *Guayaquil*, la plus peuplée et économiquement la plus active, avec laquelle Quito entretient des rapports privilégiés. Quito est connectée directement, c'est-à-dire sans changement, avec la quasi-totalité du pays en bus interprovincial (voir carte 4). Seule la province de *Zamora Chinchipe* à l'extrême Sud-Est du pays n'est pas joignable directement depuis Quito et requiert un changement à partir de *Puyo* ou à partir de *Macas*. Les provinces orientales amazoniennes sont d'une manière générale moins facilement desservies par voie terrestre compte tenu du faible nombre d'axes routiers et des faibles densités de population[18].

On observe ainsi une certaine prépondérance des communications entre Quito et les deux tiers Sud du pays et un accès relativement aisé à la capitale à partir de n'importe quelle province rendue possible, en temps normal[19], grâce à un réseau de transport interprovincial organisé sur un territoire assez peu étendu. Ce réseau de transport en commun est d'autant plus essentiel que le taux de motorisation des ménages est particulièrement bas puisqu'il était de 5 véhicules pour 100 habitants au niveau national en 2001 (cf. Chapitre 2.3.4, partie I). De plus, deux connexions internationales directes sont également possibles depuis Quito vers la Colombie au Nord et vers le Pérou au Sud.

[18] En revanche, les flux aériens sont relativement nombreux pour accéder notamment aux champs pétrolifères et le transport fluvial prend le relais sur la route au fur et à mesure que l'on gagne l'Est.

[19] Lorsque les routes sont praticables (hors période ENOA, hors éruption volcanique, hors soulèvement des populations autochtones…).

1.1.1.2 – Estimation des déplacements de personnes au départ de Quito vers le reste du pays : des flux majoritaires vers le sud

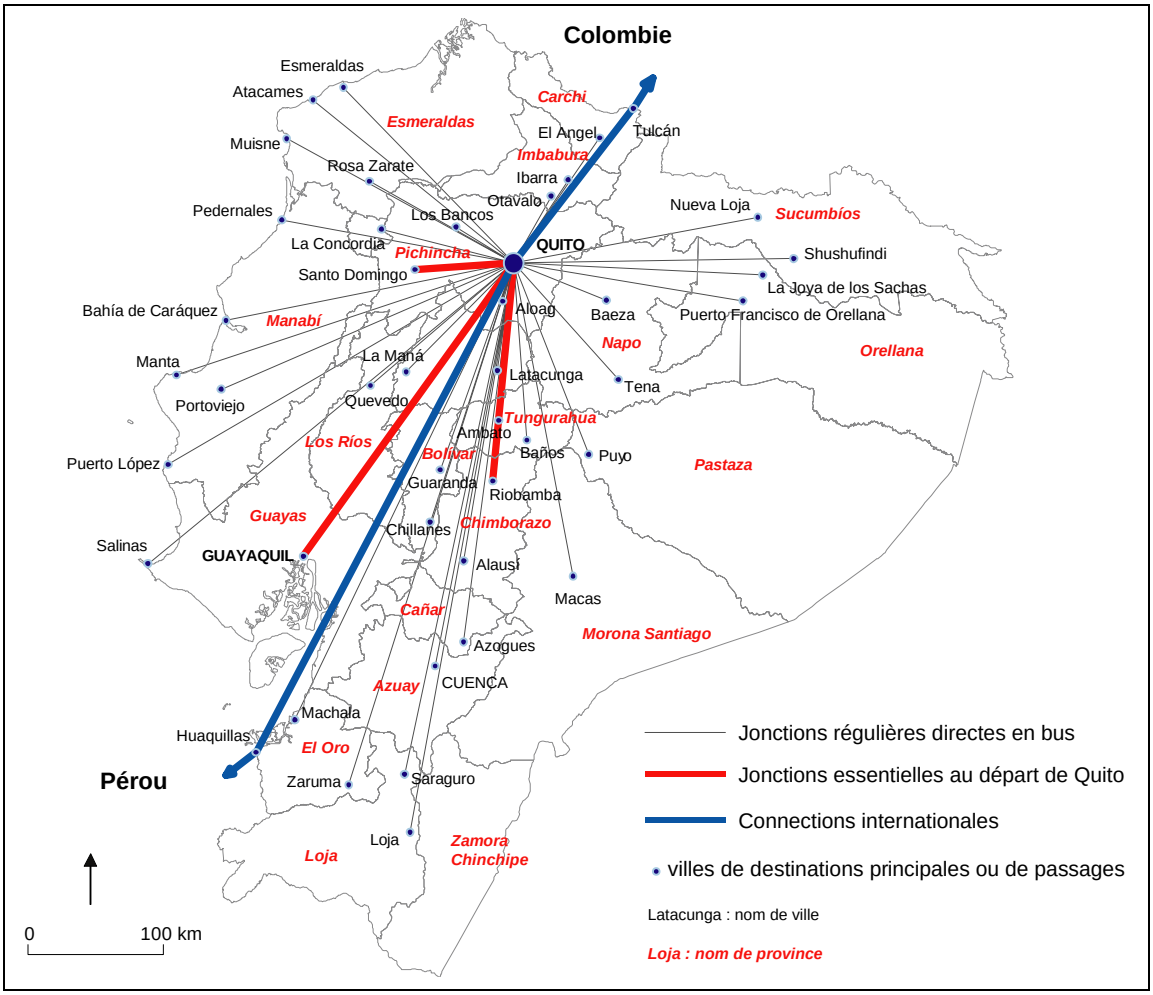
Evaluation des flux au regard du réseau urbain national, des connexions interprovinciales en bus et de la circulation automobile

S'il ne nous a pas été possible de déterminer précisément les volumes de flux interprovinciaux de personnes pour les raisons évoquées plus haut, il est en revanche possible d'en établir une estimation. Nous avons tout d'abord considéré le nombre de lignes de bus officielles assurant un service de transport interprovincial au départ de la gare routière de Quito (gare de *Cumandá*) d'où partent 51 compagnies, soit plus de 90 % du total (voir carte 5). Nous avons procédé à une fusion des provinces administratives en grands ensembles géographiques homogènes afin de simplifier la carte. Les lignes de transport traversant un premier ensemble géographique mais dont la destination finale se trouve en dehors de celui-ci ont également été comptabilisées comme lignes desservant ce premier ensemble. En considérant que les volumes de passagers sont proportionnels au nombre de lignes de bus, au nombre d'autobus[20], et également au trafic de véhicules légers (voir carte 8, p. 50), il ressort que la Province de *Pichincha* entretient des liens denses :

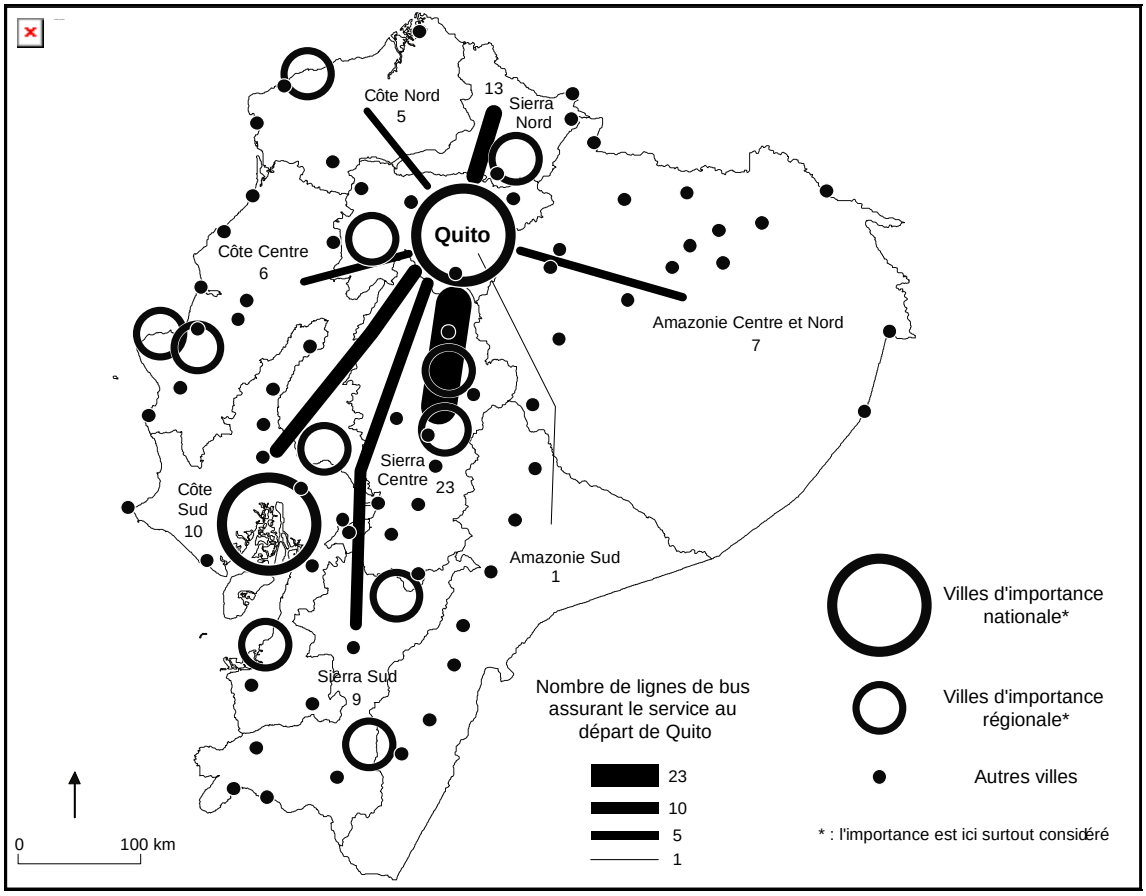
- en premier lieu avec la Sierra Centrale[21] (23 lignes, 970 bus et 3 800 voitures par jour),
- en second lieu avec l'ensemble de la région côtière[22] (21 lignes, 410 bus et 1 910 voitures par jour[23]),
- en troisième lieu avec la Sierra Nord[24] (13 lignes, 250 bus et 1 260 véhicules par jour).
- et enfin, dans une bien moindre mesure, avec l'Amazonie (7 lignes, 140 bus et 160 voitures par jour)

Dans le premier cas (liaison avec la Sierra Centrale), l'importance des flux est due en partie à la présence de centres urbains relativement importants tels *Ambato*, *Latacunga*, *Riobamba* (voir carte 6) et en partie au fait que la Sierra Centrale, point de gravité géographique du pays, est un véritable axe de passage par lequel transitent de nombreuses compagnies en direction de la Sierra Sud et de l'Amazonie en général (*Puyo*, *Macas*). Dans le cas des liaisons avec la région côtière, la plupart passent par la ville relais de *Santo Domingo*, pôle urbain en pleine expansion. Les plus fortes liaisons avec la région côtière se font avec la Côte Méridionale (10 lignes au départ de Quito) où trônent *Guayaquil* et plus au Sud *Machala*, centre d'affaires régional lié à l'activité d'exportation bananière. Dans le cas de la Sierra Nord, l'essentiel des flux, somme toute modérés, s'explique par la présence de villes intermédiaires dynamiques telles *Otavalo*, *Cayambe*, *Ibarra*, *Tulcán*, toutes situées dans un vaste couloir de communication vers la Colombie. Enfin, le très faible trafic observé en direction de l'Amazonie s'explique par le fait que cette dernière est peu peuplée et qu'une part non négligeable des déplacements de personnes (les employés des compagnies pétrolières pour l'essentiel) est réalisée par voie aérienne.

[20] Ces critères ne sont certes pas suffisants, il faudrait également considérer la taille des bus, leur taux de remplissage…
[21] Fusion des provinces *Bolívar, Cañar, Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua*
[22] En regroupant les sous-ensembles côtiers Nord (*Esmeraldas*), Centre (*Manabí, Los Ríos*) et Sud (*Guayas et El Oro*).
[23] En faisant la somme du trafic enregistré sur les deux itinéraires possibles au départ de Quito (par *Aloag* et *Calacalí*)
[24] Fusion des provinces *Carchi* et *Imbabura*



Carte 4 : Principales villes de destination depuis Quito en bus sans changement au départ de Quito par province.
(Source : gare routière de Cumandá)



Carte 5 : Connexions interprovinciales en bus depuis Quito
(Sources : gare routière de Cumandá, INEC - 2001)

<u>Compréhension des flux à partir des mouvements migratoires récents : des nouveaux arrivants majoritairement originaires de la Sierra Centrale, installés dans le DMQ compte tenu de son attractivité</u>

L'importance des flux entre les provinces et la capitale se mesure également par l'ampleur des mouvements migratoires dans le sens où les personnes qui ne sont pas originaires du lieu où elles résident, effectuent très souvent des voyages pour aller rendre visite à leur famille[25] et épisodiquement pour aller voter[26]. D'après le dernier recensement mené par l'INEC (Institut national de statistiques et de recensements) en novembre 2001, sur un total de 1 840 000 personnes résidant dans le DMQ[27], près d'un tiers est né en dehors du canton de Quito et près de 8 % sont venus s'y installer au cours des 5 dernières années. Parmi ces nouveaux venus, on dénombre 26,3 % de personnes provenant de la Sierra Centrale (cf. figure 2), 14,6 % de personnes provenant de la Côte Centre, 13,2 % de personnes provenant de la Sierra Nord et 12,5 % d'étrangers (Colombiens, Européens et Nord-Américains pour l'essentiel).

[25] La cellule familiale en Equateur est encore très solide. Cette solidarité se manifeste aussi par le système d'entraide financière provenant des expatriés au profit de leurs parents restés au pays (*remesas*), deuxième source de revenus pour l'état équatorien après l'exportation de pétrole !
[26] En effet, voter est obligatoire en Equateur et lors des jours de votation nationale, les électeurs doivent regagner leur circonscription (généralement leur lieu de naissance).
[27] Soit 15 % de la population totale de l'Equateur (12 156 600 habitants).

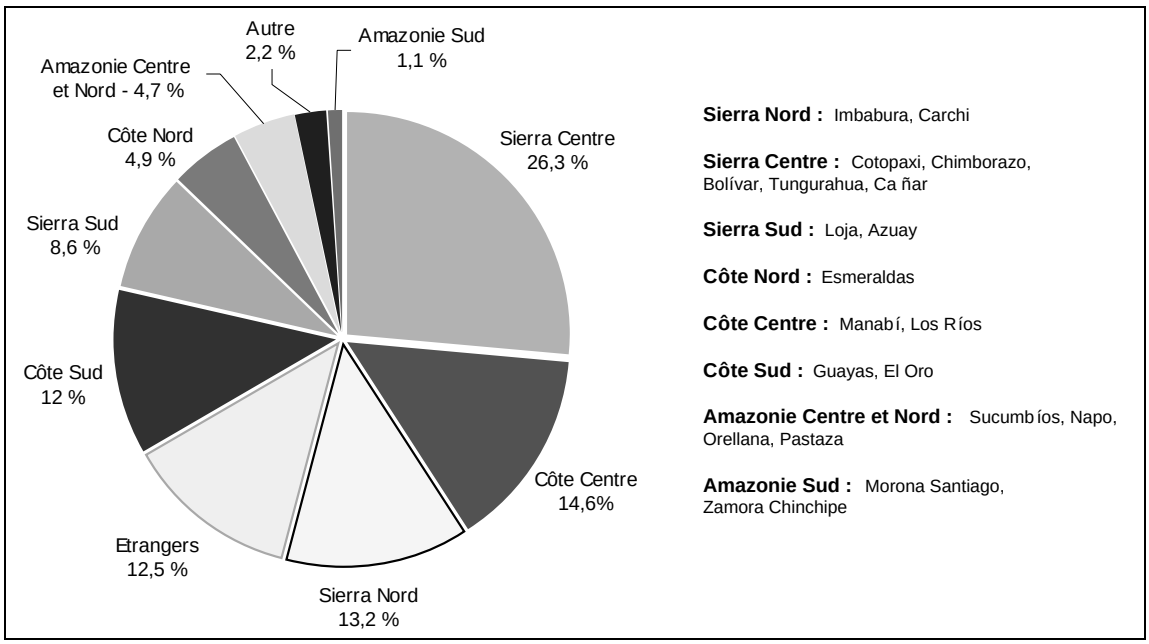
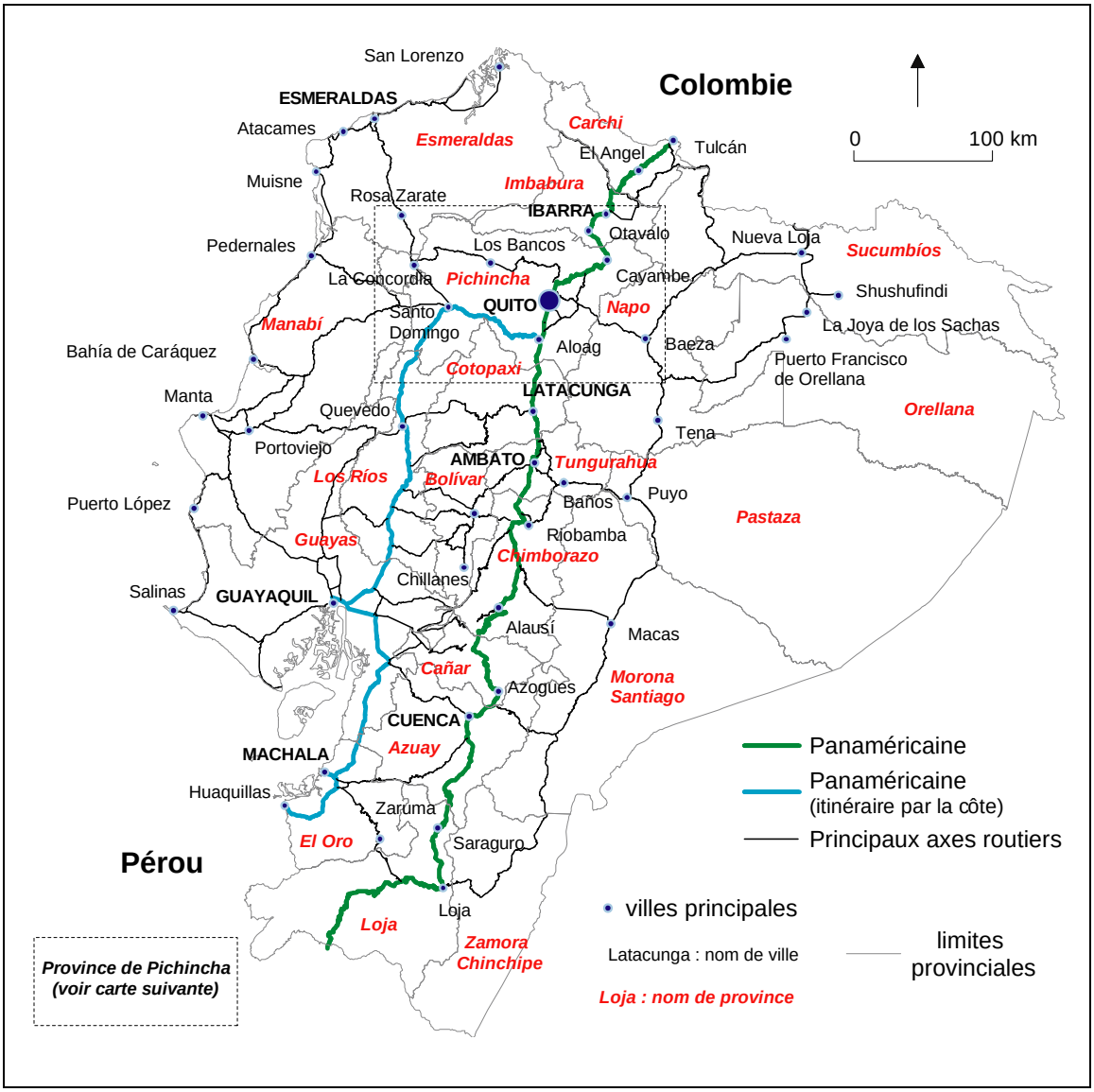


Figure 2 : Provenance des nouveaux arrivants résidant depuis moins de 5 ans à Quito en 2001
(Source : INEC – 2001)

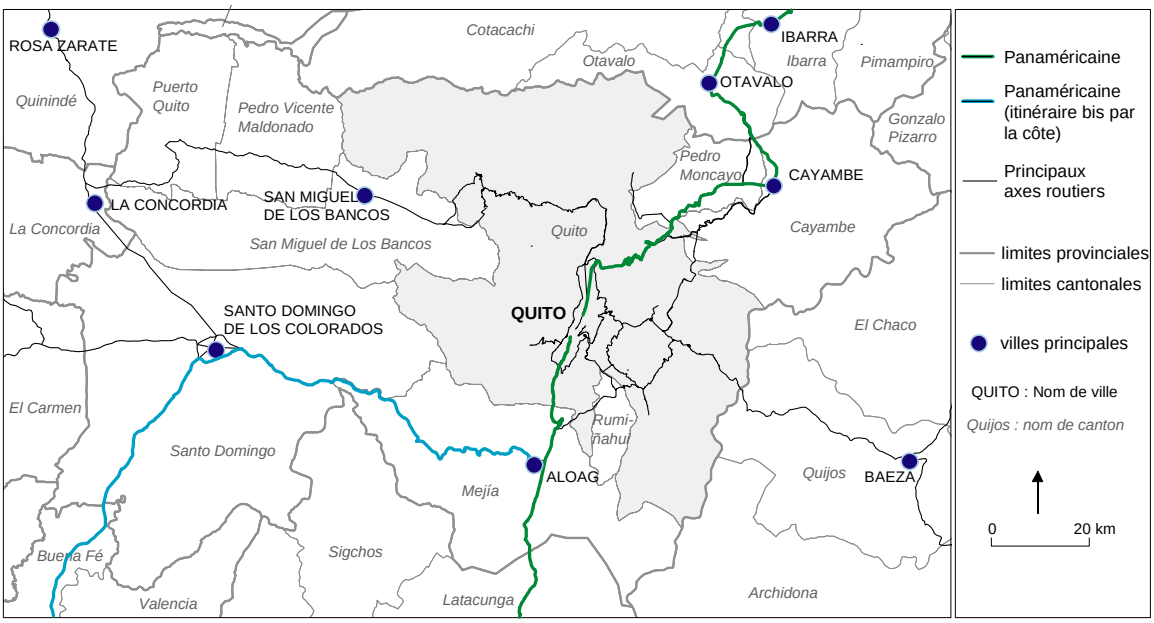
Quito possède donc une population cosmopolite et continue d'accueillir des immigrés. Ce phénomène s'explique par le fait que le DMQ est un pôle d'attraction lié à sa situation économique au niveau national. « La spécificité du rôle de Quito dans l'économie équatorienne provient de son statut de capitale, de sa fonction de redistribution des ressources financières à l'ensemble du pays et de son niveau élevé d'industrialisation » (D'ERCOLE R., METZGER P., 2002). Le secteur industriel manufacturier du district contribue à hauteur de 20 % au PIB national équatorien. Le District rassemble également près d'un quart du total national des emplois du secteur secondaire et 22,5 % du total national des emplois du secteur tertiaire (INEC, 2001). La part importante de population récemment installée à Quito explique donc en partie l'importance des flux de personnes (visites familiales) entre le district métropolitain et le reste du pays, notamment lors des week-ends longs associés à des jours fériés.

1.1.1.3 – Le District de Quito : un nœud important dans le réseau routier national

Ces communications interprovinciales s'appuient sur un réseau routier relativement dense desservant de manière globalement homogène le territoire national, Amazonie exceptée (cf. carte 6). La route Panaméricaine traverse le pays du Nord au Sud en passant par Quito et par *Guayaquil* dans l'itinéraire côtier. Le District de Quito est un nœud important dans le réseau routier national puisqu'il correspond à un point de convergence entre les communications Nord-sud et Est-ouest (cf. carte 7). Le DMQ, siège de la capitale administrative et politique de l'Equateur est, en quelque sorte, dans une situation de « rente géographique » dans le réseau routier équatorien.



Carte 6 : Réseau routier principal de l'Equateur
(Source : MOP)



Carte 7 : Réseau routier principal de la province de *Pichincha* et du District Métropolitain de Quito *(Source : MOP)*

1.1.2 – Une multitude de déplacements de personnes entre le DMQ et sa périphérie proche : un jeu de complémentarités socio-économiques régionales

A une échelle plus locale, les déplacements de personnes sont également très nombreux entre le DMQ et sa périphérie proche et permettent de délimiter l'interface extérieure du système territorial métropolitain (cf. carte 8). Les échanges sont importants, compte tenu de la localisation de trois pôles urbains secondaires (*Otavalo*, *Cayambe*, *Machachi*) situés à moins de deux heures du Centre Nord de Quito (Parc *La Carolina*) en voiture. Chacun de ces pôles (comptant entre 20 000 et 40 000 habitants) a ses caractéristiques propres qui le singularisent nettement des autres et qui expliquent le type particulier de relations qu'il entretient avec le DMQ. Cette approche qualitative et semi-quantitative permet de faire ressortir plusieurs types de flux.

1.1.2.1 – Les échanges d'affaires et touristiques entre *Otavalo* et le DMQ

Il s'agit de voyages pour le négoce (artisanat) et de flux touristiques qui augmentent le jour du marché (samedi) et lors de certaines fêtes (le 24 juin pour la Saint Jean et au mois de septembre au cours de la quinzaine folklorique). *Otavalo* est un centre de commerce et de productions artisanales (tissu, poterie, sculpture..) mondialement connu. En outre, de nombreux déplacements sont réalisés épisodiquement par les Otavaléniens vers Quito pour vendre leur production, effectuer des achats et pour accéder à certains services (santé). *Otavalo*, située sur la Panaméricaine, est desservie chaque jour par 13 lignes de bus directement depuis Quito. La durée des trajets en bus varie de 2 heures à 2h30. En voiture, il faut compter entre 1h30 et 1h45, depuis le centre nord de Quito (Parc *La Carolina*, soit environ 90 km.).

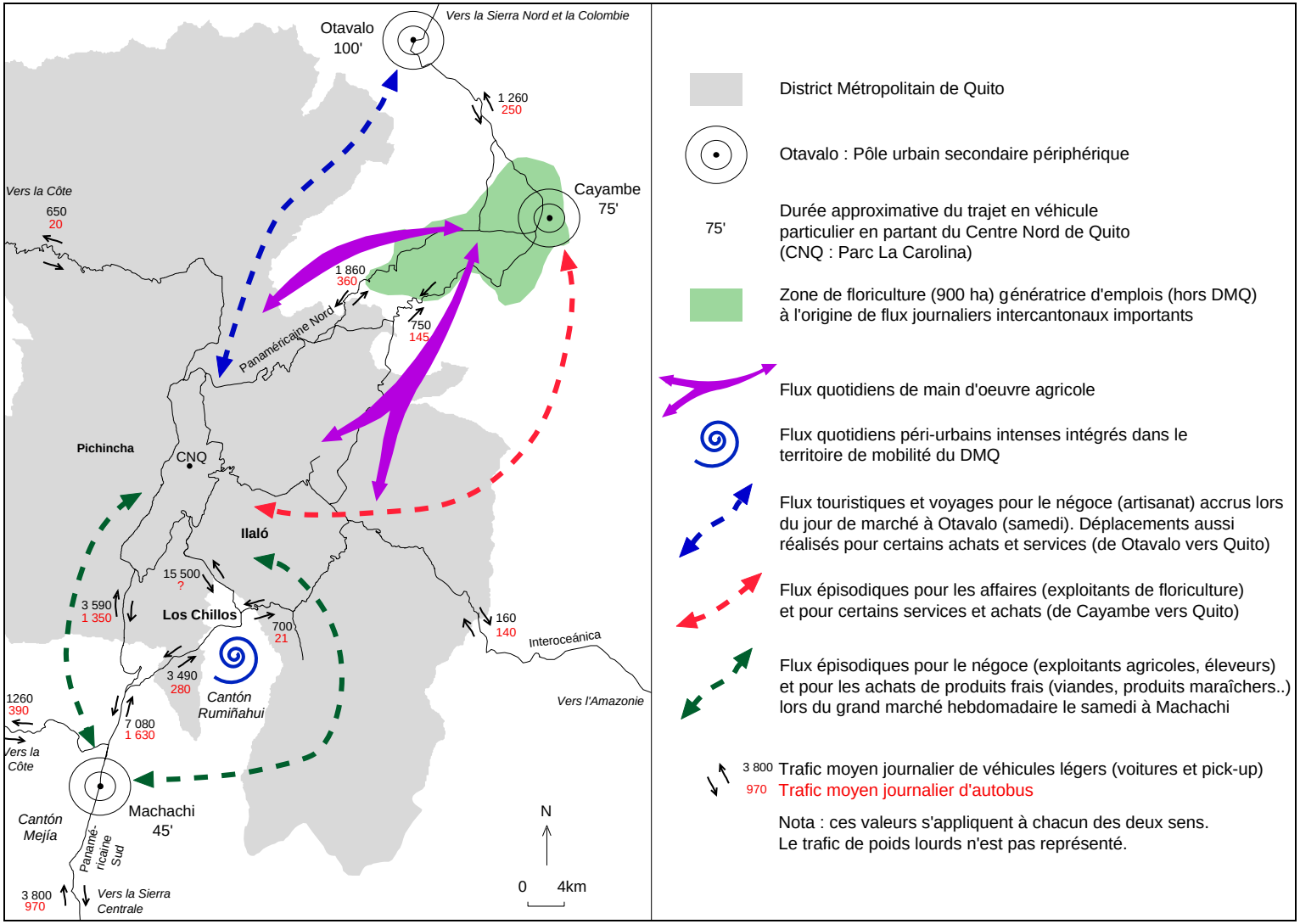
1.1.2.2 – Les échanges de main d'œuvre et d'affaires entre *Cayambe* et le DMQ

Il s'agit tout d'abord de flux quotidiens de main d'œuvre agricole (surtout féminine) et en second lieu de déplacements pour les affaires (exploitants de floriculture). Ces derniers se rendent fréquemment à Quito d'où sont exportées leurs productions depuis l'aéroport *Mariscal Sucre*. En effet, le canton de *Cayambe* est une zone de floricultures (900 ha), notamment de roses, génératrice d'emplois à l'origine de flux journaliers importants, estimés à environ 800 personnes (BONDOUX F., DEMORAES F., 2002) en provenance des paroisses suburbaines du DMQ. Ces trajets sont réalisés très tôt le matin (de 5:30 à 6:30) et en sens inverse, en milieu d'après-midi (de 15:00 à 16:00). Ce transport exclusif calqué sur les horaires des ouvriers agricoles, est rétribué par les exploitations floricoles. En parallèle, de nombreux déplacements sont aussi réalisés épisodiquement par les habitants de *Cayambe* vers Quito pour effectuer des achats et pour accéder à certains services (santé). Une seule ligne de bus régulière officielle dessert chaque jour *Cayambe* depuis Quito[28]. La durée des trajets en bus varie de 1h30 à 2h. En voiture, il faut compter entre 1h00 et 1h15, depuis le centre nord de Quito (Parc *La Carolina*, soit environ 70 km.).

1.1.2.3 – Les échanges entre *Machachi*, centre régional agricole, et le DMQ

Les échanges entre *Machachi* (canton *Mejía*) et le DMQ. Il s'agit de flux épisodiques pour le négoce (exploitants agricoles, éleveurs, producteurs de lait) et pour les achats de produits frais (viandes, produits maraîchers, pomme de terre..) lors du grand marché hebdomadaire le samedi. *Machachi* est en effet un centre régional agricole important situé le long de la Panaméricaine. La durée des trajets en bus varie de 1h à 1h15 au départ de la gare routière de Quito en passant par la Panaméricaine Sud (soit environ 35 km.). En voiture, il faut compter environ 45 minutes, depuis le centre nord de Quito (Parc *La Carolina*,) en passant par la Vallée de *Los Chillos* (50 km.).

[28] Parmi les autres compagnies qui réalisent des trajets en direction du Nord, la plupart ne passent pas par *Cayambe* et ne font le détour pour y récupérer des passagers uniquement lorsque la demande est faible.



Carte 8 : Principaux déplacements de personnes entre le District Métropolitain de Quito et sa périphérie proche

L'analyse préalable a permis de comprendre la place qu'occupe la capitale de l'Equateur dans le réseau de transports de personnes au niveau national puis régional. Le District Métropolitain de Quito entretient donc des rapports intenses avec l'ensemble du territoire national, en particulier avec le sud et avec les cantons limitrophes grâce à un important réseau de transports par bus, moyen de locomotion primordial compte tenu du faible taux de motorisation des ménages. Plus de 70 destinations sont assurées au quotidien par un service de bus au départ de la gare routière de *Cumandá*. Près de 11 000 voitures et 2 300 bus entrent tous les jours dans l'agglomération. L'ampleur de ces mouvements s'explique en partie par l'attractivité économique, industrielle et commerciale du district. Le district constitue une ville d'accueil pour de nombreux migrants qui maintiennent des échanges forts avec leur province d'origine. Le district propose également de nombreux services dans les domaines de la santé et de l'éducation (voir infra) qui motivent les déplacements à une échelle régionale. A ce stade, la question que l'on se pose est de savoir quelles sont les dynamiques qui s'organisent à l'intérieur du district et plus particulièrement au sein de l'agglomération. Nous proposons d'aborder la question aux deux échelles suivantes : (1) - les communications centre / périphérie et (2) - les communications intra urbaines.

1.2 – Les communications centre / périphérie

L'objectif de cette section est de comprendre quelles sont les principales dynamiques de mobilité entre les périphéries de l'agglomération et la ville de Quito stricto sensu, au regard de la répartition des fonctions urbaines et des effectifs de populations.

1.2.1 – Mobilité et centralité

« La centralité urbaine est un des éléments qui structure fortement les rythmes de fréquentation et les choix de localisation, délocalisation et de relocalisation des acteurs économiques mais aussi le système de relations des habitants à leur territoire... les centres des agglomérations demeurent le principal élément structurant par la densité de leurs liens et la dimension des effets de polarisation, par rapport à tous les centres secondaires ou aux différentes zones fonctionnelles.. » (COSINSCHI M., RACINE J.-B., 1995). « La centralité définit les propriétés dynamiques du ou des centres générateurs de forces centrifuges et centripètes. La polarisation est une composante de la centralité : par le tissage de liens d'interrelations au sein de l'espace dit polarisé, elle rapproche les lieux des centres, dans une relation de subordination ou de complémentarité... ainsi se dessinent les zones d'influence des centres, aux contours imprécis et changeants » (BAVOUX J-J., 1998). « Le degré de centralité s'appuie sur … la concentration relative de services ou d'équipements plus ou moins rares dans un centre » (PUMAIN D., SAINT-JULIEN Th., 1997).

Plusieurs questions se posent. La première est de savoir quelles sont les différentes centralités qui coexistent à l'intérieur de l'agglomération de Quito. La deuxième est de savoir quel est leur niveau d'influence et quelles sont les dynamiques de déplacements qui s'articulent autour d'elles. « L'étude des fonctions urbaines, c'est-à-dire l'ensemble des activités administratives, politiques, commerciales, industrielles et de service, sises dans la ville, permet de préciser les rapports spécifiques entre une activité donnée et sa projection dans l'espace urbain » (PUMAIN D., SAINT-JULIEN Th., 1997). C'est donc par le biais de l'analyse de la répartition des fonctions urbaines que nous commençons l'analyse des dynamiques en présence dans le district.

1.2.2 – Des périphéries inégalement et insuffisamment pourvues en fonctions urbaines

S'il ne nous est pas possible de connaître l'organisation des déplacements de personnes à l'intérieur des espaces périphériques suburbains, étant donné l'absence d'enquête de mobilité, il nous est en revanche possible de faire ressortir l'existence de certaines centralités locales qui malgré tout, ne suffisent pas comme dans la plupart des agglomérations, à satisfaire les obligations et besoins des banlieusards. Pour preuve, l'on sait que les déplacements de proximité réalisés à l'intérieur même des espaces suburbains n'occupent qu'une très faible partie des déplacements métropolitains en transport en commun (TC). D'après l'enquête Origine Destination de 1998, quelque 36 500 trajets sont effectués chaque jour au sein des secteurs suburbains alors que plus de 150 00 banlieusards accèdent tous les jours à la ville (cf. infra). Les déplacements locaux suburbains représentent seulement 2,5 % du total des déplacements réalisés en TC urbain et interparoissial. Il faut néanmoins prendre garde à cette valeur. Le faible nombre de déplacements de proximité est nécessairement sous-estimé compte tenu de l'absence de données sur les transports à l'intérieur de la Vallée de *Los Chillos*, de l'absence de données sur le transport intercantonal, de l'absence de données sur le ramassage scolaire suburbain, et compte tenu de l'usage assez fréquent du transport informel.

Compte tenu de l'agencement du site et de l'armature du réseau routier principal, nous avons procédé à un découpage simple des parties périphériques de l'agglomération de Quito[29] en quatre sous-ensembles géographiques « homogènes ». Il s'agit :

- au Nord, de la vallée de *Pomasqui* (A),
- au Nord-Est, de la zone de *Carapungo, Calderón* et *Guayllabamba* (B),
- à l'Est, de la vallée de *Cumbayá*, *Tumbaco* et *El Quinche* (C),
- et au Sud-Est, de la vallée de *Los Chillos* (D).

Cette dernière étant à cheval sur les cantons Quito et *Rumiñahui*, nous ne pouvions obtenir qu'une estimation des fonctions en présence car nous ne disposions que de très peu d'informations sur le deuxième canton, en dehors de l'occupation dominante des sols (cf. infra). La cartographie des principales fonctions urbaines et activités polarisant les flux au sein des vallées suburbaines se base sur l'information collectée et analysée dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le District Métropolitain de Quito » dont les résultats ont été publiés dans le livre intitulé « *Los Lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito* ». Cette série de variables n'est bien sûr pas exhaustive[30], elle permet toutefois de comprendre la répartition des fonctions et leur insuffisance par rapport à la population résidante. Elle autorise également la comparaison entre les vallées, utile pour faire ressortir les niveaux de dépendances entre la ville et ses périphéries (cf. infra). Conscients du caractère partiel de l'analyse, nous avons considéré :

1 - dans le domaine de l'emploi : les secteurs de concentration d'emplois au sein d'entreprises (au moins 30 emplois). Il s'agit d'une information reportée par feuille cadastrale (24 hectares),

[29] Ce découpage sera approfondi en quatrième partie dans le chapitre portant sur l'évaluation de l'accessibilité.
[30] Elle pourrait également considérer d'autres services (établissements bancaires), les lieux de récréation…

seul mode possible de représentation[31]. En second lieu, nous avons reporté les paroisses dans lesquelles sont concentrées les exploitations floricoles, très demandeuses en main d'œuvre, à l'origine de mouvements journaliers importants (voir supra).

2 - dans le domaine de l'éducation : les principaux établissements scolaires (maternelle, primaire et secondaire) accueillant plus de 100 élèves, l'Université de *San Fransisco* située à *Cumbayá* (2 900 étudiants), et l'Ecole Supérieure Polytechnique de l'armée (ESPE - 8 200 étudiants) localisée à *Sangolquí* dans le canton de *Rumiñahui.*

3 - dans le domaine des achats : les centres commerciaux et les différentes places dans lesquelles se tiennent des marchés permanents ou hebdomadaires.

4 - dans le domaine de la santé : les centres sanitaires dotés de capacité d'hospitalisation (c'est-à-dire comportant des lits).

5 - dans le domaine de l'administration : les hôtels d'arrondissement de la municipalité de Quito (*administraciones zonales*).

La carte 9 représente les principales fonctions urbaines et zones d'emplois dans les paroisses suburbaines du DMQ et la carte 10 figure la répartition des effectifs de populations et l'occupation dominante des sols. L'analyse de l'occupation des sols se base sur l'exploitation des informations fournies par l'Entreprise Electrique de Quito (EEQ) qui gère une base de données géoréférencées de 485 115 compteurs[32] par catégorie : logements sociaux, bâtiments commerciaux, entités officielles, industries, et logements résidentiels subdivisés en 3 sous-catégories : (1) - faible consommation (moins de 120 KW/h par mois), (2) - consommation moyenne (entre 120 et 400 KW/h par mois) et (3) - consommation élevée (plus de 400 KW/h par mois). Nous avons schématiquement associé les trois différentes consommations résidentielles d'électricité à trois catégories sociales (ménages à bas revenus, classe moyenne, classe aisée)[33]. Même si tous les compteurs ne sont pas géoréférencés[34], ce qui constitue une limite de l'information, elle présente l'avantage de concerner également le canton *Rumiñahui*[35].

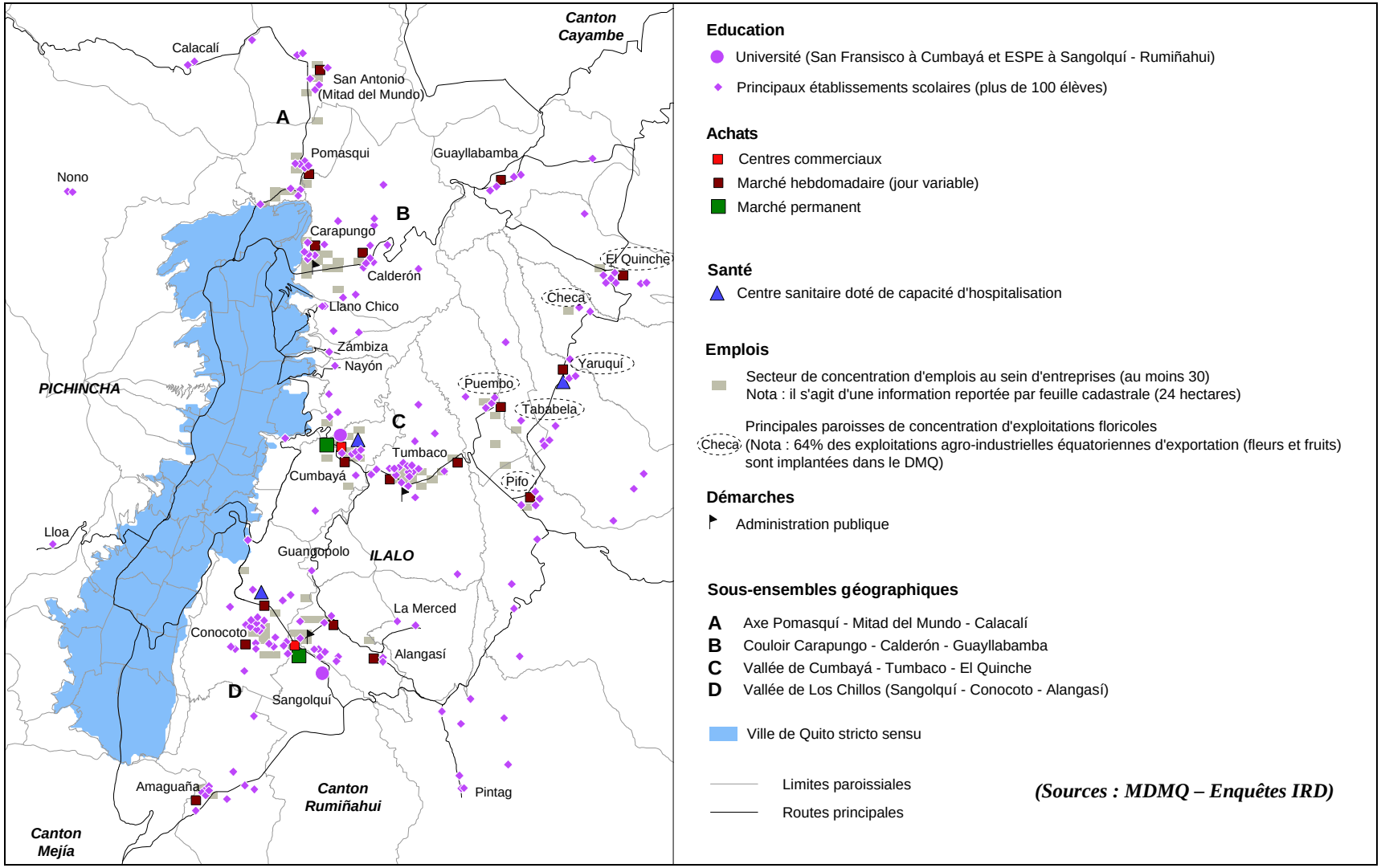
[31] Pour plus de détails, voir D'ERCOLE R., METZGER P., 2002, Chapitre 13, pp. 147-158

[32] La zone de concession de l'entreprise électrique de Quito s'étale de Baeza à Santo Domingo et englobe l'ensemble du DMQ dans lequel sont inventoriés 458 781 compteurs (94,5% du total). L'existence de cette base conçue pour faciliter le travail de relevés des compteurs au moyen de GPS (la nomenclature des rues n'existe pas dans tous les quartiers) et surtout sa mise à notre disposition a constitué une avancée certaine dans notre travail du fait de son caractère récent et de son étendue.

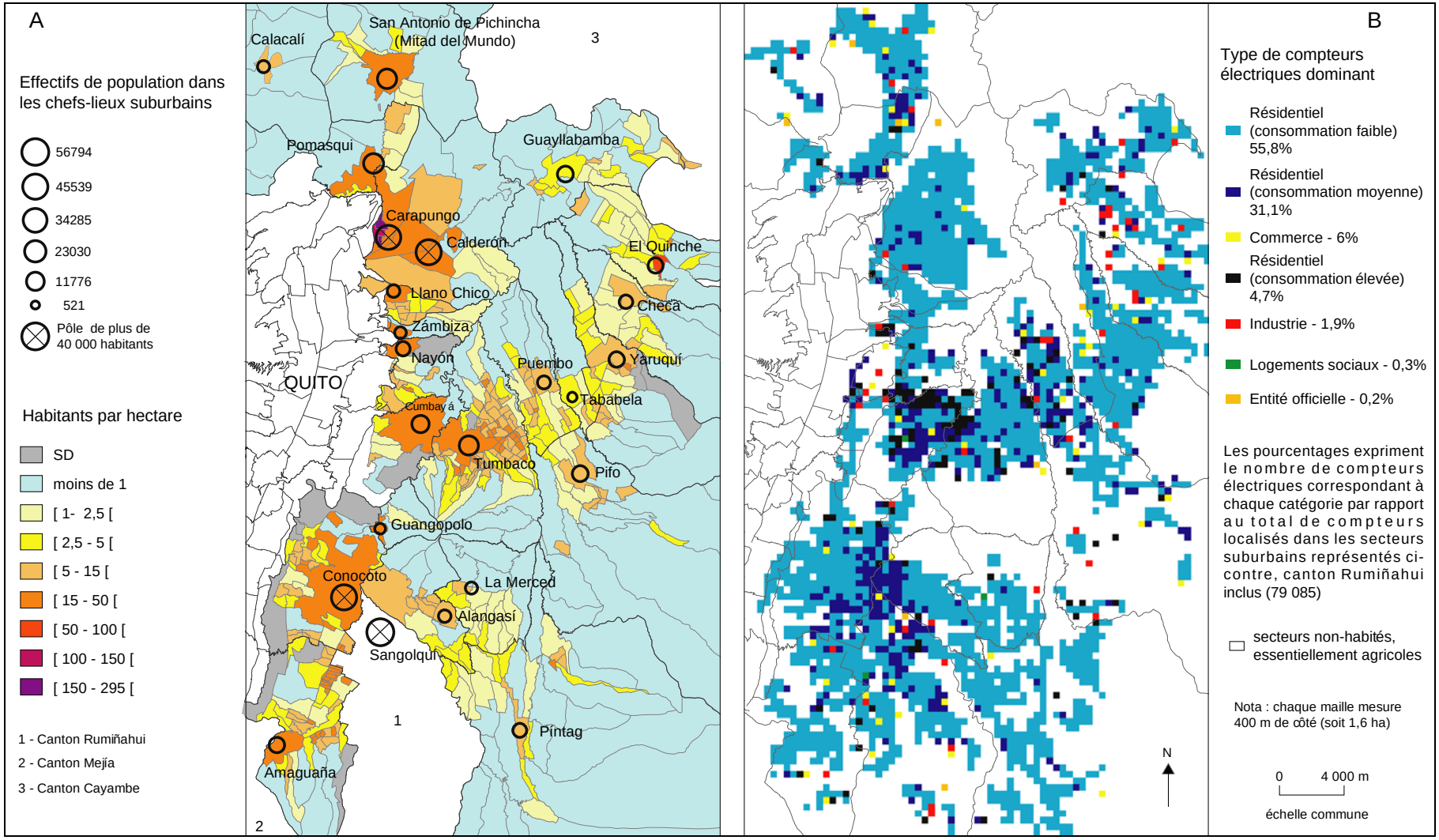
[33] Ceci n'est certes pas suffisant pour définir de façon précise les catégories sociales, il faudrait pouvoir recouper cette première information avec la proportion de logements raccordés au réseau d'eau potable, au réseau d'égout, les indices de consommation des ménages... Ceci étant, on peut penser que la consommation électrique est fortement corrélée à la richesse des ménages puisqu'elle permet d'estimer le taux d'équipement en appareils électroménagers.

[34] En ville, 90% des compteurs sont intégrés dans la base géoréférencée de l'EEQ. Les 10% manquant concernent les quartiers urbains périphériques en cours d'urbanisation. En milieu suburbain, environ 20% des compteurs ne sont pas encore répertoriés. Ceci étant, le caractère partiel de l'information concerne toutes les catégories de compteurs ce qui par conséquent n'est pas gênant pour déterminer le type dominant par zone (d'après Mario Albuja, ingénieur du service d'information de l'EEQ).

[35] Ne disposant pas d'autre division que les paroisses pour le canton Rumiñahui (les quartiers par exemple), nous avons opté pour une division plus fine de l'ensemble des secteurs suburbains par mailles de 400 mètres de côté (1,6 ha). Ce maillage permet une lecture homogène de l'ensemble des secteurs.



Carte 9 : Principales fonctions urbaines et zones d'emplois dans les paroisses suburbaines du DMQ



Carte 10 : Densité de population et occupation des sols dans les paroisses suburbaines de l'agglomération de Quito en 2001
(Sources : EEQ, INEC, MDMQ)

Les cartes précédentes mettent en exergue de nombreuses disparités entre les quatre sous-ensembles géographiques périphériques de l'agglomération que nous reprenons ci-dessous :

Vallée de *Pomasqui* : cette vallée est la moins peuplée des quatre puisque n'y résident que 44 000 habitants (voir tableau 1). En dehors de la proportion relativement forte d'industries (3 % des compteurs, valeur la plus élevée comparativement aux autres vallées, voir figure 3), les autres fonctions locales sont restreintes. Aucun centre commercial, aucun centre médical ayant une capacité d'hospitalisation, aucune université n'y sont implantés (voir tableau 1).

Corridor de *Carapungo / Calderón* : 97 000 personnes vivent dans ce secteur. La population est essentiellement à bas revenus (60 % des foyers ont une consommation d'électricité faible). Les activités locales sont un peu plus développées avec quelques industries et une mairie de quartier. En revanche, aucun centre commercial, aucun centre médical ayant une capacité d'hospitalisation, aucune université n'y sont implantés.

Vallée de *Cumbayá / Tumbaco* : l'ensemble de cette vallée compte 120 000 habitants. Elle rassemble un plus grand nombre de services, d'activités et de commerces (7,4 % des compteurs) en particulier au niveau des deux centralités locales (*Cumbayá* et *Tumbaco*) qui polarisent localement les déplacements. Elle détient 62 établissements scolaires, une clinique, une université (*San Fransisco*) et ses entreprises fournissent plus de 3 000 emplois. Les quartiers résidentiels aisés sont également très présents (9,3 % des compteurs électriques sont de type résidentiel à forte consommation, valeur comparativement la plus élevée). Cette singularité est certainement associée à des pratiques de déplacements basés notamment sur l'usage plus fréquent de l'automobile

Vallée de *Los Chillos* : bien que plus peuplée (182 500 habitants sur les deux cantons), la configuration de cette vallée avec deux centralités (*Conocoto* et *Sangolquí*) semble assez proche de celle de la vallée de *Cumbayá / Tumbaco*. Elle rassemble un grand nombre de services et d'activités. Le canton *Rumiñahui* ressort comme un centre commercial local important puisque près de 10 % des compteurs électriques sont de type commercial. Dans le canton *Rumiñahui* les foyers à bas revenus sont comparativement peu nombreux (seulement 48,3 % des foyers ont une consommation d'électricité faible) alors qu'ils sont largement majoritaires dans les paroisses rattachées au district (près de 63 %, valeur la plus élevée).

Si des disparités existent entre les quatre sous-ensembles géographiques, ils ont tous un caractère résidentiel très marqué ; près de 92 % des compteurs électriques localisés dans les espaces périphériques sont de type résidentiel. Ce caractère résidentiel est comparativement plus accentué qu'en ville stricto sensu (84 %).

Sous-ensembles	Populations		Superficies km²		Emplois dans les entreprises		Etablissements scolaire et universitaire		Centres médicaux avec capacité d'hospitalisation		Principaux points de vente de produits alimentaires		Administrations publiques	
A - Vallée de Pomasqui	44 000		324		1 300		17		0		2		0	
B - Carapungo, Calderón	97 100		135		1 570		24		0		3		1	
C - Cumbayá, Tumbaco	120 000		643		3 060		62 + 1 université		1		9		1	
D - Vallée de Los Chillos	65 880	116 630	135	675	?	2 340	? + 1 université	70	?	1	?	7	?	1
	Rumi-ñahui	DMQ												

Tableau 1 : Répartition de la population, des emplois et des fonctions urbaines par sous-espaces suburbains
(Sources : INEC, DMTV, IESS, DTM, MEC, CONUEP, enquêtes IRD, MSP, DM)

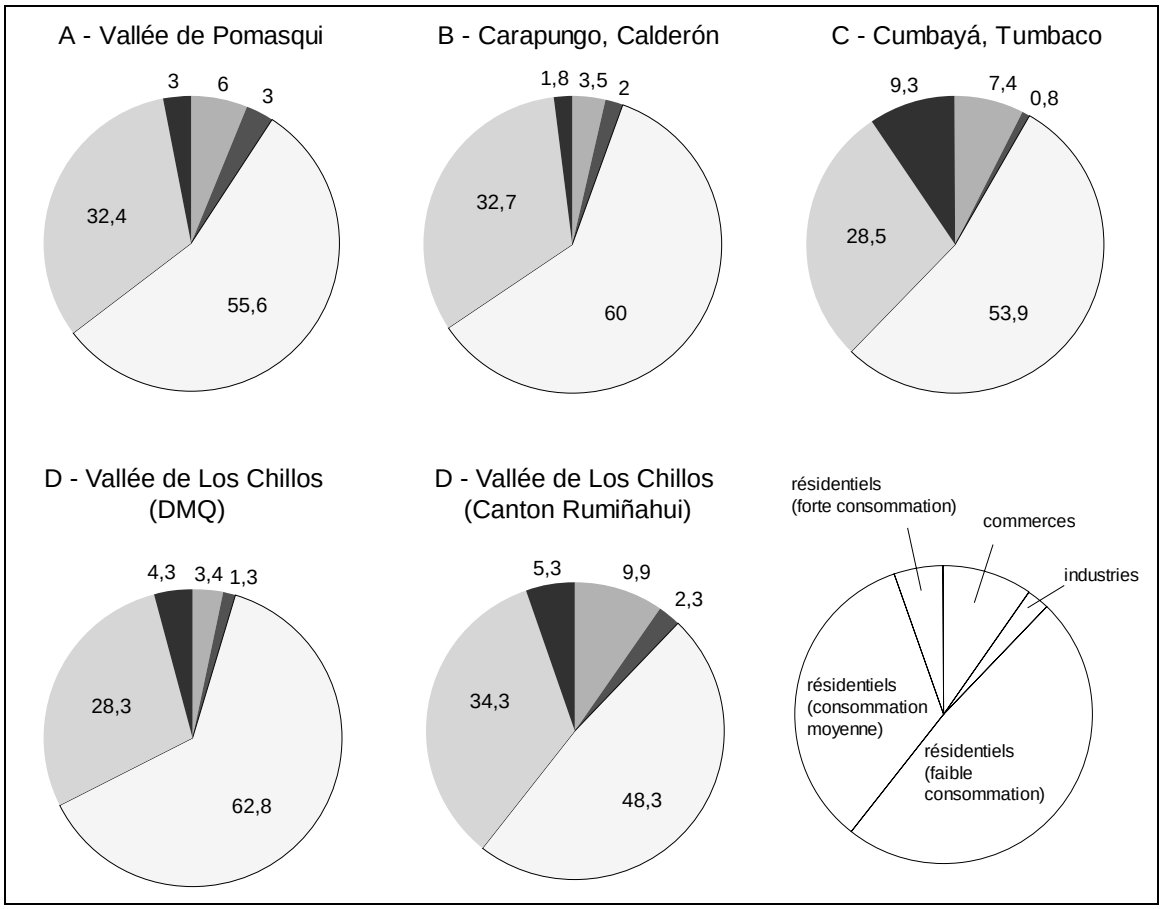


Figure 3 : Répartition du nombre de compteurs électriques par catégorie et par sous-espaces suburbains en pourcentages
(*Source : EEQ, 2001)*

Il ressort de cette analyse que le caractère résidentiel des espaces suburbains est particulièrement marqué. Il ressort également que les espaces périphériques à la ville de Quito, au regard de leur population, sont à des degrés divers insuffisamment pourvus en fonctions urbaines et ne permettent pas de répondre totalement aux besoins élémentaires ou occasionnels de leurs habitants. Ceci met en évidence différents niveaux de dépendances au sein de l'agglomération (*Pomasqui* et *Calderón* semblent être les plus dépendantes vis-à-vis de la ville) et explique en partie l'importance quotidienne des déplacements centre / périphérie. Qu'en est-il réellement de la répartition des fonctions urbaines à l'échelle du district ? Quelle est l'ampleur des mouvements pendulaires ? Que sait-on sur les lieux de destination à l'intérieur de la ville ?

1.2.3 – Une nette concentration des fonctions urbaines dans la ville de Quito

De nombreuses études font état de la très nette concentration des activités urbaines au sein de la ville de Quito stricto sensu. Ce déséquilibre flagrant est évoqué dans le schéma directeur du District Métropolitain de Quito (MDMQ/DMTV, 2000) comme l'un des problèmes majeurs que connaît l'agglomération. Cette première distorsion se couple d'un déséquilibre démographique entre Quito et sa banlieue (CARRIÓN F., VALLEJO R., 2000). L'ouvrage « *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito* » (D'ERCOLE R, METZGER P., 2002) met également en exergue cette situation d'hypercentralité à partir d'un vaste panel de variables actualisées dont nous reprenons les conclusions et quelques cartes. Ces analyses nous servent de base pour la compréhension des dynamiques quotidiennes qui font ressortir l'ampleur des mouvements centre / périphérie.

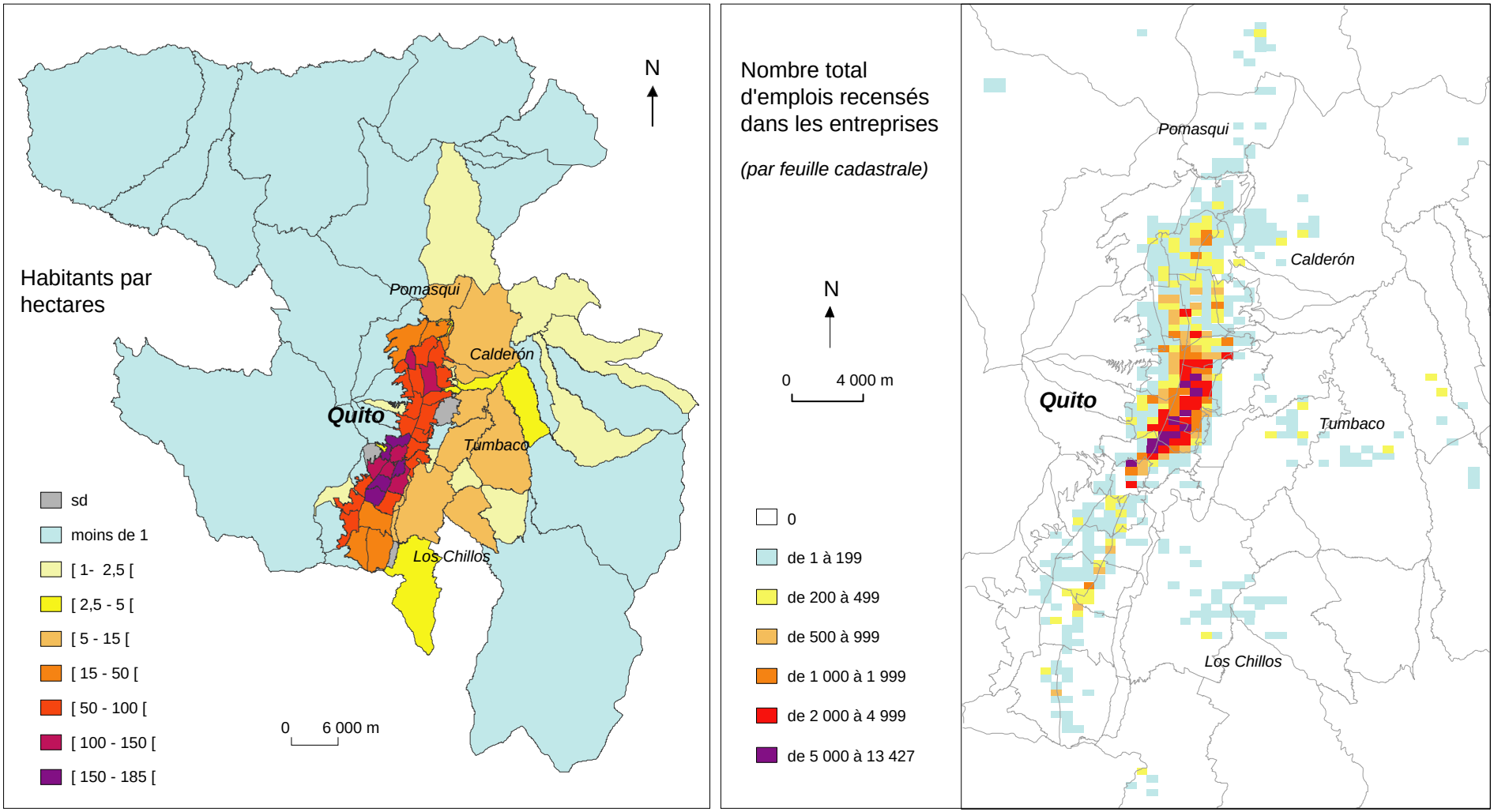
Près de 77 % de la population du district réside dans la ville de Quito stricto sensu qui s'étale sur moins de 5 % du territoire métropolitain (voir tableau 2). Cet espace rassemble près de 92 % des emplois recensés au sein des entreprises[36], près de 83 % de la population scolarisée, plus de 87 % du corps des enseignants (17 670 professeurs), plus de 95 % des capacités d'hospitalisation, plus de 80 % des lieux de vente d'aliments définis comme les plus importants et 97,3 % des institutions publiques dans lesquelles travaillent 22 660 personnes (soit près de 99 % du total des fonctionnaires).

[36] Cette valeur est à considérer avec précaution dans la mesure où les emplois sont reportés sur le lieux officiel de registre de l'entreprise (siège social) qui ne correspond pas toujours au lieu d'activité réel. De plus, l'INEC évalue à 240 000 le nombre d'emplois informels (très difficiles à localiser). Enfin, le nombre d'actifs du secteur primaire est non négligeable dans les paroisses suburbaines.

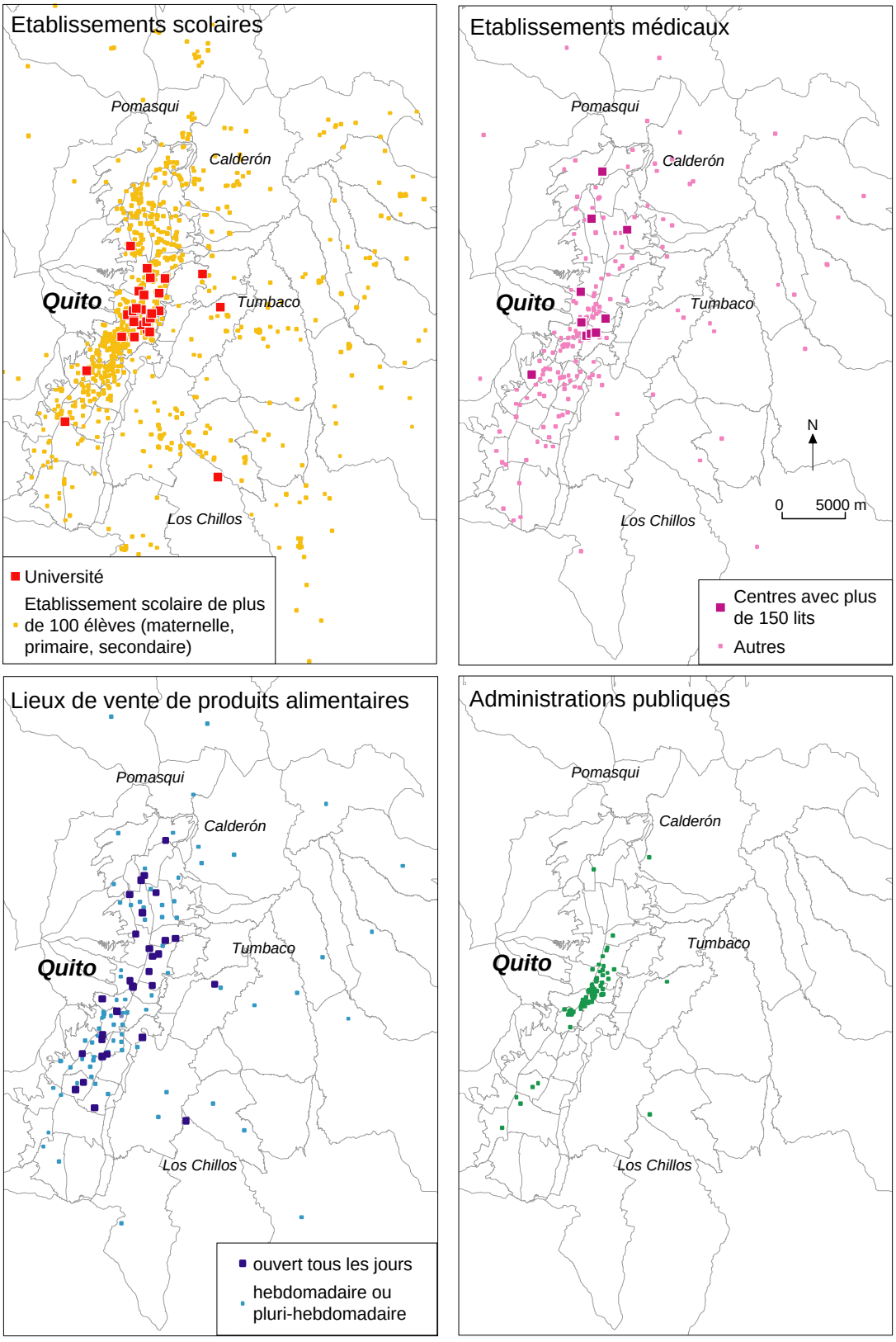
	Population		Superficie km²		Emplois dans les entreprises		Populations scolaire et universitaire		Nombres de lits dans les centres médicaux		Principaux points de vente de produits alimentaires		Administrations publiques	
		%		%		%		%		%		%		%
Zone urbaine	1 413 694	76,8	188	4,4	248 468	91,6	229 643	82,4	4 239	95,6	92	80,7	107	97,3
Zone suburbaine	427 506	23,2	4 067	95,6	22 839	8,4	48 999	17,6	196	4,4	22	19,3	3	2,7
Total	1 841 200	100	4 255	100	271 307	100	278 642	100	4 435	100	114	100	110	100

Tableau 2 : Répartition de la population, des emplois et des fonctions urbaines entre Quito et sa périphérie ***(Sources : INEC, DMTV, IESS, DTM, MEC, CONUEP, enquêtes IRD, MSP, DM)***

Même si ces valeurs peuvent pâtir de certaines erreurs et imprécisions, il n'existe aucun doute quant à l'hypercentralité socio-économique métropolitaine de la ville de Quito. Les cartes suivantes illustrent la très forte concentration spatiale des effectifs de populations, des fonctions urbaines et des emplois dans la ville de Quito stricto-sensu. La concentration des activités dans la ville explique en partie l'ampleur des mouvements pendulaires.



Carte 11 : Une forte concentration de la population et des emplois au profit de la ville de Quito stricto sensu
(d'après D'ERCOLE, METZGER, 2002, sources : INEC, IESS, DTM)



Carte 12 : Une concentration des fonctions urbaines et des services au profit de la ville de Quito stricto sensu
(Sources : MEC, CONUEP, MSP, DMTV, DM, et enquêtes IRD)

1.2.4 – Près de 150 00 déplacements centre / périphérie réalisés au quotidien en transport en commun

D'après l'enquête Origine Destination de 1998, quelque 148 150 déplacements quotidiens de personnes ont été recensés[37] dans les bus entre Quito et ses périphéries, soit près de 10 % des 1 482 300 déplacements enregistrés chaque jour dans l'agglomération. Ces valeurs sont sous-estimées dans le sens où les déplacements réalisés en transport en commun intercantonal ne sont pas pris en compte par l'enquête. Or, ces derniers sont particulièrement importants dans les connexions avec le sud de l'agglomération (canton *Mejía*) et avec la vallée de *Los Chillos*. S'il est difficile d'évaluer le nombre exact de mouvements pendulaires entre la vallée de *Los Chillos* et la ville de Quito, l'on sait en revanche qu'ils sont intenses. En effet, plus de 18 000 véhicules empruntent l'autoroute *Rumiñahui* chaque jour depuis la vallée en direction de Quito. Même si le canton *Rumiñahui* constitue une enclave administrative à l'intérieur du District de Quito, il fait donc partie intégrante du territoire de mobilité métropolitain. Ceci se confirme étant donnée la configuration de son réseau routier principal, étroitement imbriqué dans celui du DMQ (voir carte 9, p. 54), et étant donné le nombre élevé de lignes de bus interparoissiales et intercantonales qui assurent la liaison entre Quito et *Los Chillos* (cf. infra). En outre, au sein de la vallée de *Los Chillos*, l'on n'observe pas de véritable discontinuité dans le tissu urbain entre les deux cantons (voir carte 10, cadre B).

1.2.4.1 – Des mouvements pendulaires majoritaires le matin, surtout motivés par le travail

En ce qui concerne la répartition horaire des mouvements pendulaires en transport en commun interparoissial, notons que l'essentiel s'effectue le matin. Plus de 67 % des déplacements en direction de Quito sont effectués avant 13 heures. En sens inverse, les déplacements sont également majoritaires le matin mais dans une moindre mesure (57 % du total)[38]. Du point de vue des motifs, 42 % des déplacements en direction de Quito sont réalisés pour se rendre au travail, 16 % pour des démarches administratives, 14 % pour étude, 13 % pour revenir au domicile, 5 % pour des achats (voir figure 4). En sens inverse, 39 % des déplacements en direction des vallées sont réalisés pour revenir au domicile, 32 % pour se rendre au travail, 9 % pour l'école et les démarches administratives.

[37] Les données initiales diffèrent légèrement en fonction du sens. Nous reprenons les données corrigées par les techniciens du service des transports (matrice rééquilibrée). Ces derniers ont ajusté la matrice initiale qui comportait de légères différences entre les entrées et sorties pour chacun des secteurs. Ce réajustement se base sur le principe selon lequel le nombre d'entrées équivaut au nombre de sorties, principe théorique partiellement erroné car rarement vérifié. Ceci étant, le recours à cette matrice présente un intérêt pratique dans le cadre de notre travail dont l'objectif est d'obtenir un aperçu général sur l'ampleur des mouvements par zone.

[38] Ceci étant, l'enquête ayant été réalisée de 6:00 à 20:00, la part des déplacements entrepris en dehors de cette plage horaire n'est donc pas prise en compte. On peut néanmoins penser qu'elle est marginale car un nombre très restreint d'unités de transport circule en dehors de ce créneau.

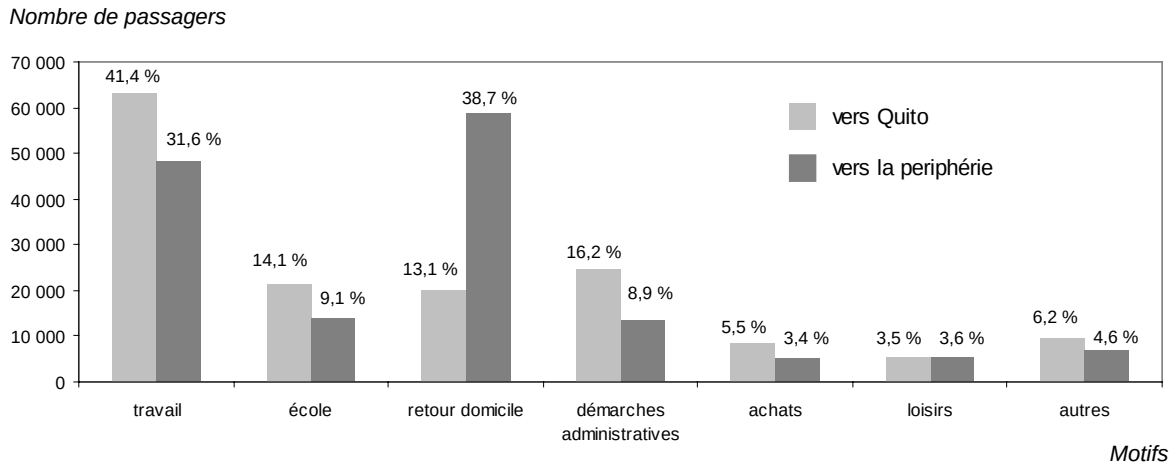
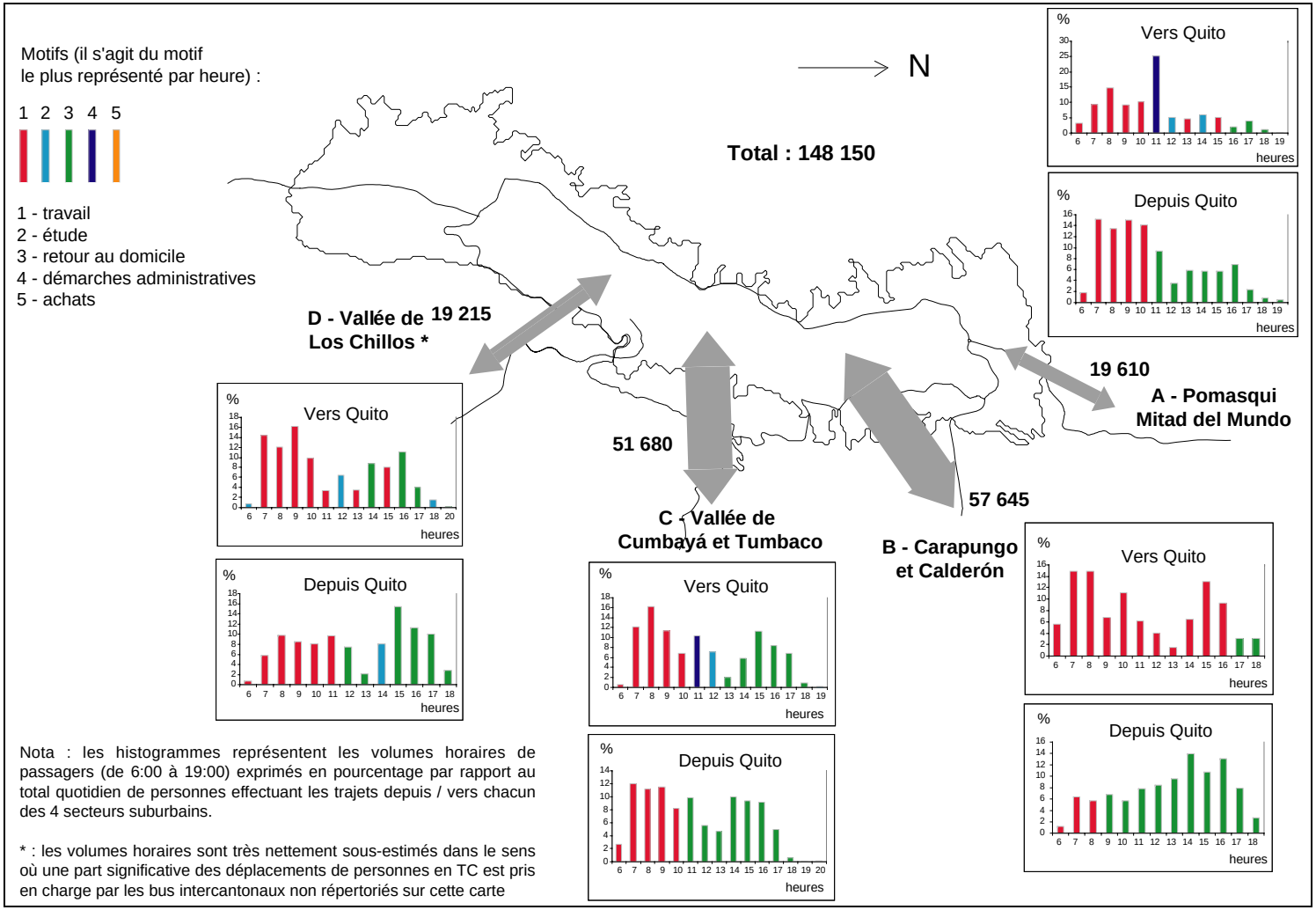


Figure 4 : Motifs des déplacements quotidiens centre-périphérie réalisés en bus.
Les pourcentages expriment la part des déplacements par motif par rapport au total des déplacements quotidiens par sens. ***(Source : Enquête OD – 1998 - UPGT)***

Les mouvements pendulaires les plus nombreux semblent être ceux recensés entre Quito et le corridor « B » de *Carapungo – Calderón* (carte 13). En effet, près de 58 000 déplacements de personnes sont enregistrés tous les jours entre ces deux zones. La vallée de *Cumbayá / Tumbaco* arrive en deuxième position avec près de 52 000 mouvements pendulaires. Entre Quito et La vallée de *Pomasqui* au Nord, près de 20 000 déplacements alternants journaliers sont recensés. Ceci dit, vu le caractère partiel de l'information disponible sur les mouvements pendulaires de personnes provenant de *Los Chillos* et du Sud de l'agglomération (canton *Mejía*), ces ordres de grandeur sont très relatifs. Néanmoins, le corridor « B », bien que moins peuplé que la vallée de *Tumbaco*, entretient davantage de liens avec la ville. Ceci s'explique par le fait que le corridor « B » comporte peu d'activités et de fonctions urbaines (cf. supra). A partir de cette zone vers Quito, l'essentiel des déplacements est effectué majoritairement pour se rendre au travail pratiquement tout au long de la journée (de 6 heures à 16 heures). En sens inverse, à partir de 9 heures les trajets vers *Carapungo - Calderón* sont réalisés majoritairement dans le but de rejoindre le domicile familial. Ce corridor présente donc de nombreuses caractéristiques d'une cité-dortoir.

D'une manière générale, le travail motive l'essentiel des déplacements de personnes quelque soit la provenance en direction de Quito avant 11 heures (soit 44 000 déplacements), ce qui conforte l'hypothèse selon laquelle la ville de Quito stricto sensu rassemblent de nombreux emplois. En sens inverse, le travail motive également l'essentiel des déplacements, sauf pour le corridor « B », avant 11 heures mais dans une moindre mesure (32 000 déplacements). Les motifs sont globalement plus variés l'après-midi. A partir de 16 heures dans tous les cas, les déplacements sont de façon logique, motivés préférentiellement pour rejoindre le domicile familial.



Carte 13 : Volumes et motifs des déplacements de personnes réalisés quotidiennement en transport en commun interparoissial entre la ville de Quito et les espaces périphériques métropolitains
(Source : enquête UPGT, 1998)

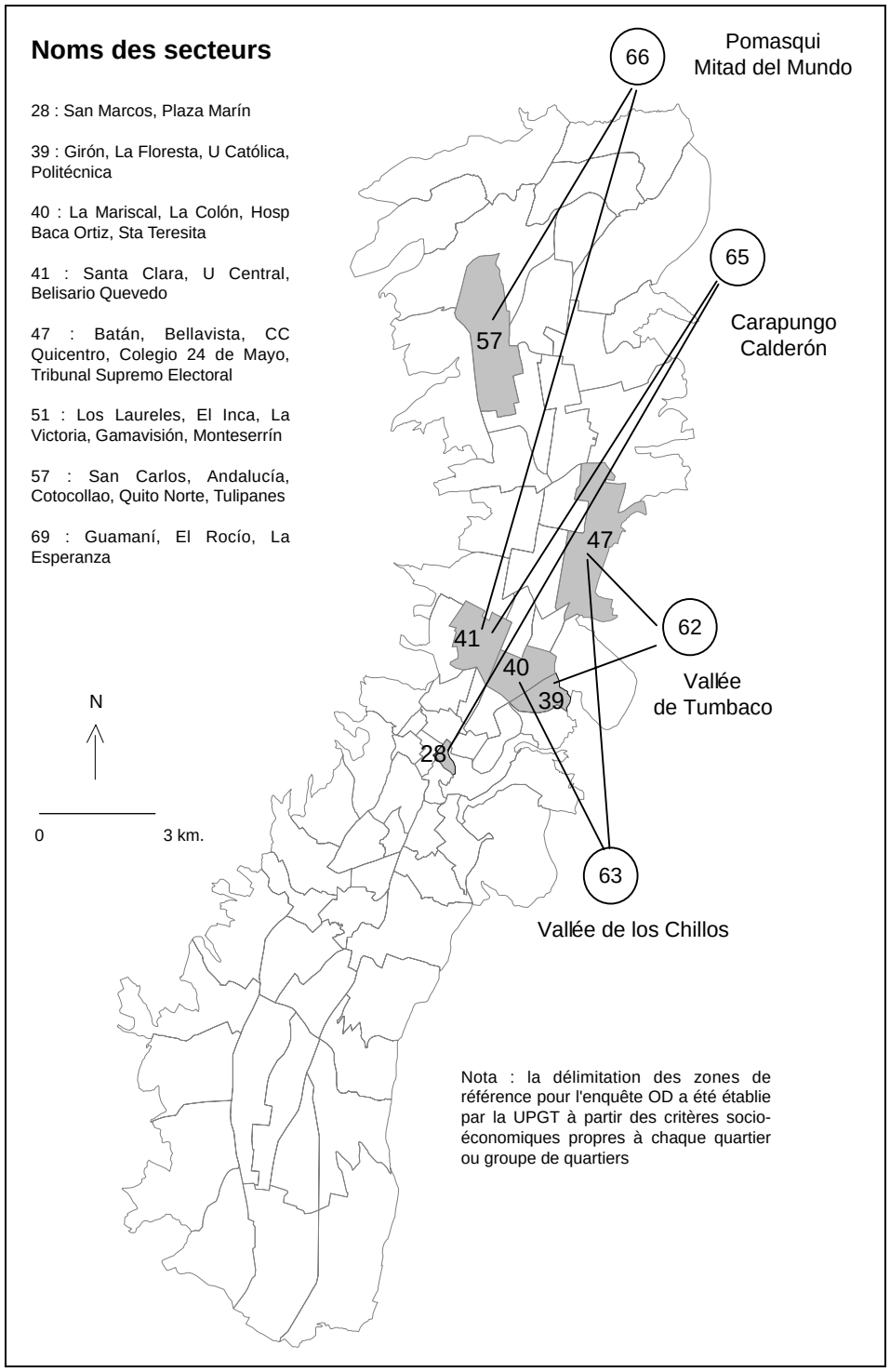
1.2.4.2 – La moitié nord de la ville : une zone de réception de la plupart des flux en provenance des périphéries

La carte 14 indique à l'échelle de la ville de Quito, les deux secteurs de destination principale des mouvements pendulaires par zone de provenance. Globalement, la moitié nord de la ville réceptionne la plupart de ces flux : *La Marín* (secteur 28), le centre nord (secteurs 39, 40 et 41), le nord-est (secteurs 47 et 51) et enfin *Cotocollao* (secteur 57). *La Marín* correspond à la centralité associée au centre historique qui rassemble de nombreuses administrations et commerces[39]. Le centre-nord regroupe des universités (Centrale, Catholique, Polytechnique), de nombreux commerces (marché de *Santa Clara*) et de nombreux bureaux et restaurants. Le nord-est concentre les plus grands centres commerciaux de Quito (*Quicentro*, *Megamaxi*, *Supermaxi*), de nombreuses banques et sièges sociaux d'entreprises. Enfin, *Cotocollao* est un ancien village rural aujourd'hui englobé dans le tissu urbain et compte plusieurs hôpitaux publics, de nombreux commerces (*Supermaxi*) et entreprises.

L'objectif de cette première analyse a été de mettre en évidence les principales dynamiques de mobilité entre les quatre périphéries de l'agglomération et la ville de Quito stricto sensu, au regard de la répartition des fonctions urbaines et des effectifs de populations. Si quelques centralités locales existent dans les vallées de *Tumbaco* et de *Los Chillos*, il ressort à des degrés divers que les périphéries sont largement résidentielles et dépendent encore assez fortement de la ville de Quito. En effet, Quito concentre 77 % de la population du district mais détient 92 % des emplois recensés dans les entreprises, 96 % des capacités d'hospitalisation et 98 % des administrations publiques. Cette très forte concentration spatiale des fonctions urbaines et des emplois dans la ville de Quito stricto-sensu explique en partie les 150 000 mouvements pendulaires de personnes réalisés chaque jour en bus. Les banlieusards effectuent massivement des déplacements en direction de Quito principalement pour le travail, les études et les démarches administratives. Ceci dit, ce diagnostic demeure partiel compte tenu du manque d'informations sur les déplacements en transport en commun intercantonal et sur les déplacements en automobile.

L'hypercentralité de la ville de Quito explique l'ampleur des déplacements centre-périphérie. Ceci étant, la configuration de la ville (40 km. de long et entre 3 et 5 km. de large) ainsi que l'inégale répartition des fonctions au sein du tissu urbain est également à l'origine d'un volume considérable de déplacements intra-urbains. Qu'en est-il réellement de la répartition des fonctions urbaines à l'échelle de la ville ? Quelle est l'ampleur des déplacements intra urbains ? Que sait-on sur les lieux de destination à l'intérieur de la ville ?

[39] Une description plus détaillée des fonctions urbaines présentes dans chaque secteur est développée dans le paragraphe sur les communications intra urbaines (voir infra).



Carte 14 : Représentation des deux principales destinations des mouvements pendulaires par zone de provenance
(Transport en commun interparoissial uniquement) - ***(Source : enquête UPGT, 1998)***

1.3 - Les communications intra urbaines

1.3.1 – L'hypercentralité fonctionnelle de l'espace central de la ville de Quito

S'il est vrai qu'à l'échelle du district, on observe une hyperconcentration des fonctions urbaines dans la ville de Quito, à l'intérieur même de cette dernière, les espaces ne sont pas tous équitablement pourvus. L'attractivité des sous-espaces urbains est donc très variable. Un espace central ressort très nettement (cf. carte 15) compte tenu de son attractivité liée aussi bien en terme de concentration d'entreprises (cadre A), qu'en terme de concentration d'administrations, d'établissements scolaires, d'universités, d'établissements de santé ou encore de points de vente de produits alimentaires (cadre B). Cet espace central correspond à 25 secteurs de référence contigus de l'enquête Origine Destination de 1998. Il correspond à la zone de destination de près de 50 % des flux enregistrés en ville en transport en commun urbain et interparoissial (voir infra). L'espace central est délimité au sud par la colline du *Panecillo*, barrière physique naturelle, et au nord par l'aéroport. Il englobe 132 quartiers urbains (sur les 668 que compte la ville de Quito) et 7 paroisses urbaines[40] (sur un total de 32). Il s'étale sur 3 360 ha, c'est-à-dire sur 17,5 % de la superficie de la ville.

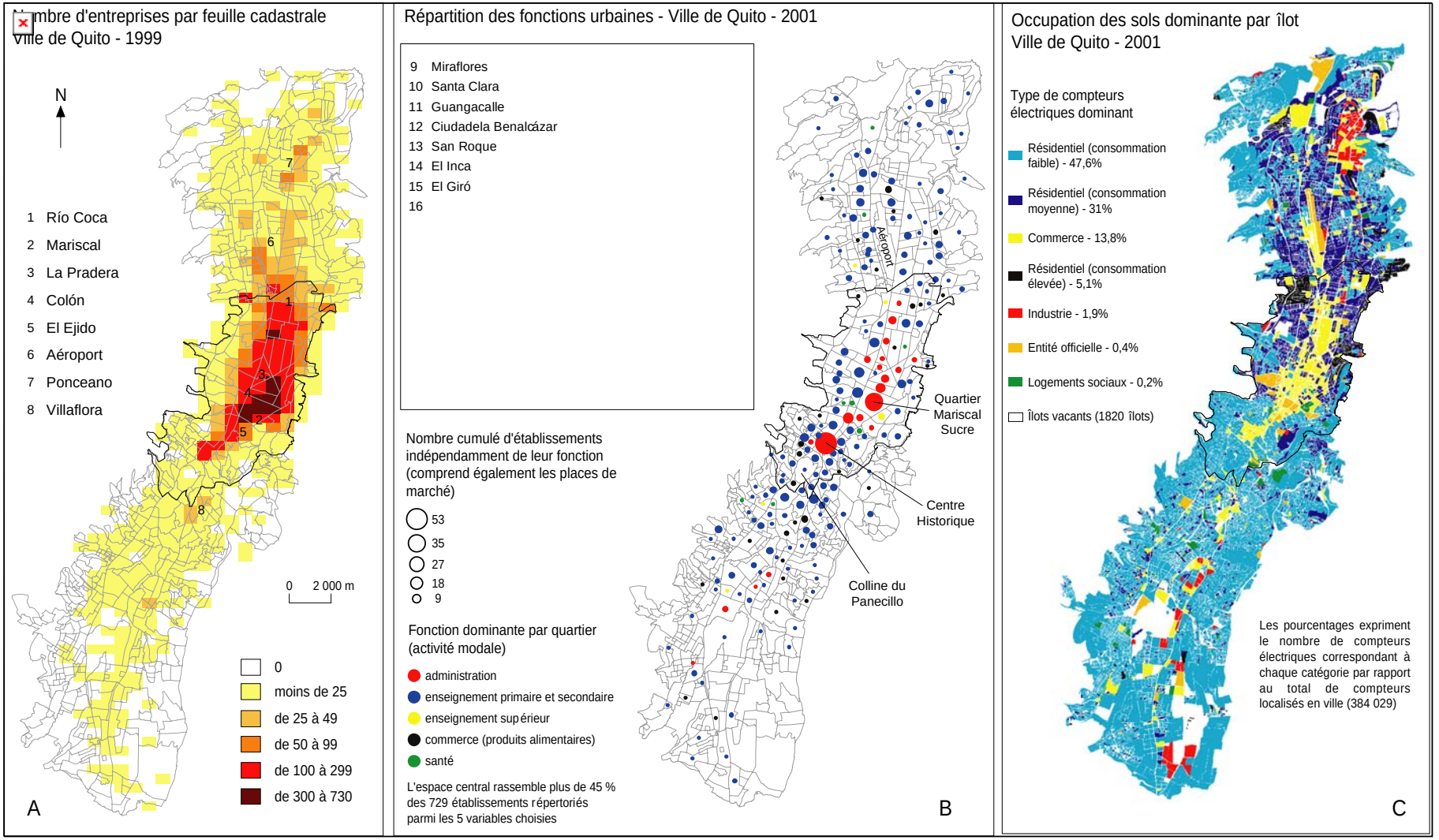
L'espace central rassemble plus des deux tiers des entreprises (voir cadre A)[41]. En dehors de cet espace, la concentration d'entreprises est donc très restreinte, essentiellement de part et d'autre de l'aéroport (6), dans le secteur du *Ponceano* (7) et au Sud dans le secteur de la *Villa Flora* (8). En ce qui concerne les 5 autres fonctions (cadre B), à l'intérieur de l'espace central, plus d'un quart se concentre dans deux quartiers (Centre historique et *Mariscal*) où les administrations sont dominantes (en rouge). Sur l'ensemble de l'espace central, les bâtiments administratifs occupent la deuxième place après les établissements éducatifs (en bleu). Les établissements de santé (en vert) sont dominants dans les quartiers de *Miraflores* (9), *Santa Clara* (10), *Guangacalle* (11). Les lieux de vente de produits alimentaires (en noir) sont majoritaires à l'ouest du centre historique à *San Roque* (13) et au nord de l'espace central dans le quartier de *El Inca* (14). Enfin, l'enseignement supérieur (en jaune) est dominant dans les quartiers *El Girón* (15) et *Chaupicruz* (16).

La répartition des catégories de compteurs électriques par îlot[42] (cadre C) montre que la moitié sud de la ville est majoritairement constituée de quartiers résidentiels à bas revenus (bleu clair). La moitié nord, en dehors de ses périphéries est essentiellement constituée de quartiers de classe moyenne (bleu foncé) et localement aisée (bleu noir, quartiers *Quito Tennis, El Bosque, Bellavista, El Condado*). Près de 84 % du total des compteurs localisés en ville (384 029) sont de type résidentiel, toutes catégories confondues. Un vaste axe longitudinal dans lequel prédominent les commerces (en jaune), s'étale du centre historique, en passant par le centre moderne jusqu'à l'aéroport inclus. L'activité industrielle domine dans certains secteurs au nord-est (quartiers *Ponceano* et *Santa Lucia*) et dans un chapelet d'îlots, le long de la Panaméricaine Sud (quartiers *San Bartolo*, *Plywood* et *Turubamba*). Enfin de nombreux espaces demeurent vacants essentiellement au sud (1820 îlots).

[40] Rumipamba, Iñaquito, Belisario Quevedo, Mariscal Sucre, Itchimbía, San Juan et le Centre Historique

[41] Pour plus de détails, voir D'ERCOLE R., METZGER P., 2002, Chapitre 13, pp. 147-158

[42] Ont été géo-agrégés les compteurs électriques à l'intérieur de chaque îlot urbain (11 478 au total) qui correspondent à des blocs de bâtiments généralement délimités par des rues. Ce découpage fin permet de faire ressortir dans le détail les différents types d'occupation dominante des sols.

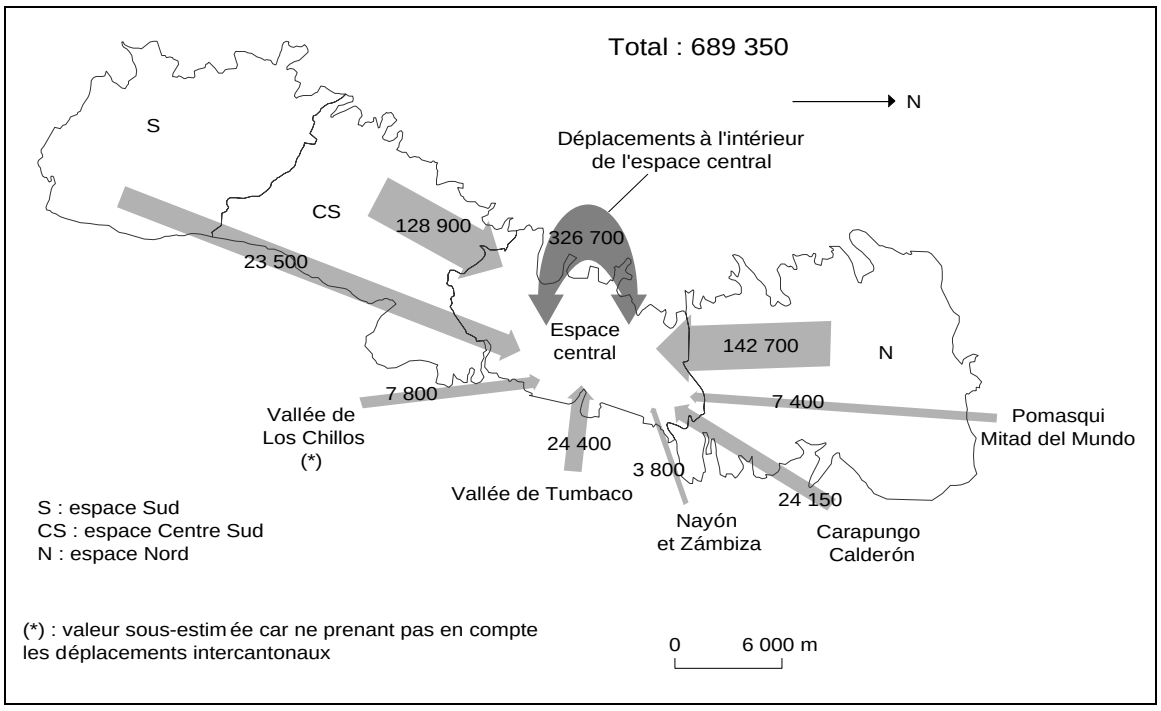


Carte 15 : Une forte concentration des fonctions urbaines dans l'espace central de Quito
(Sources : SRI, DTM, MEC, CONUEP, DM, MSP, DMTV, enquêtes IRD, EEQ)

D'après le recensement de 2001, environ 283 700 personnes habitent l'espace central soit 20 % de la population urbaine, ce qui est faible, au regard de la multiplicité et du grand nombre de fonctions qu'il rassemble. Ce déséquilibre implique une fréquentation de cet espace par des citadins en provenance des autres espaces urbains et suburbains et des mouvements substantiels à l'intérieur de l'espace central. Quelle est l'ampleur de cette fréquentation, quelles en sont les principales caractéristiques, quelle est la répartition de l'affluence des personnes dans la ville tout au long de la journée, quels types de fréquentations peut-on individualiser parmi les sous-espaces constitutifs de l'espace central ?

1.3.2 – Une très forte fréquentation de l'espace central liée à son attractivité

La carte 16 montre que l'espace central enregistre quotidiennement près de 690 000 déplacements de personnes (somme des 326 700 déplacements effectués en bus à l'intérieur de l'espace central et des affluences depuis l'extérieur évaluées à 362 580). Ces 690 000 déplacements représentent 46 % des 1,48 million de déplacements métropolitains réalisés en bus urbains et interparoissiaux. Par ailleurs, 152 400 déplacements proviennent du sud (en additionnant les espaces sud et centre sud) et 142 700 de l'espace nord. Enfin, 67 500 banlieusards (résidants dans les secteurs suburbains) accèdent en bus tous les jours à l'espace central. Cela signifie que 90 % des déplacements effectués depuis les quatre périphéries suburbaines (*Pomasqui, Calderón, Tumbaco et Los Chillos*) ont pour destination l'espace central.



Carte 16 : Déplacements de personnes réalisés quotidiennement en bus urbains et interparoissiaux en direction de l'espace central de la ville de Quito
(Source : enquête OD, UPGT, 1998)

1.3.3 – Détail de l'attractivité, de la fréquentation et des motifs de déplacements au sein de la ville : des situations très hétérogènes

1.3.3.1 – Des secteurs urbains inégalement attractifs

Dans le détail, tous les secteurs urbains ne connaissent pas la même quantité de mouvements. Ceci est dû à la présence plus ou moins abondante de fonctions urbaines au sein des secteurs de référence délimités pour l'enquête OD, à l'hétérogénéité de leur taille[43] et de leur population[44]. C'est sans grande surprise que l'on note une importance grandissante des mouvements au fur et à mesure que l'on se rapproche du centre de gravité de la ville (carte 17, cadre A). Sur les neuf secteurs qui reçoivent plus 40 000 personnes, sept se trouvent dans l'espace central, deux dans l'espace nord de la ville (secteurs 51 et 57) et aucun dans l'espace sud. Les quartiers du centre historique et de *La Mariscal*, où sont recensées de très nombreuses activités et entreprises, enregistrent respectivement une affluence de 65 000 et 70 000 personnes par jour.

1.3.3.2 – Une répartition journalière des déplacements très contrastée

La répartition journalière des déplacements permet de faire ressortir des tendances de mobilité propres à chaque secteur urbain. Les sorties dans les secteurs situés dans les espaces nord et sud de la ville sont majoritaires avant midi (carte 17, cadre B). En revanche, les sorties dans l'espace central sont majoritaires l'après-midi sauf dans un ensemble de secteurs essentiellement résidentiels qui ceinturent ce dernier dans sa moitié sud (carte 17, cadre B). De son côté, la répartition des affluences par demi-journée (carte 17, cadre C) fait ressortir un constat plus balancé, les trois grands espaces urbains n'ayant pas de caractéristiques homogènes en dehors de l'espace central pour lequel les arrivées sont massives avant midi sauf dans les secteurs 41 et 42 où se trouve l'Université Centrale[45] et dans les quartiers résidentiels 23 et 32. L'espace central réceptionne donc l'essentiel des flux le matin, et l'après-midi ce sont les départs qui prédominent. Ceci confirme sa très forte fréquentation diurne.

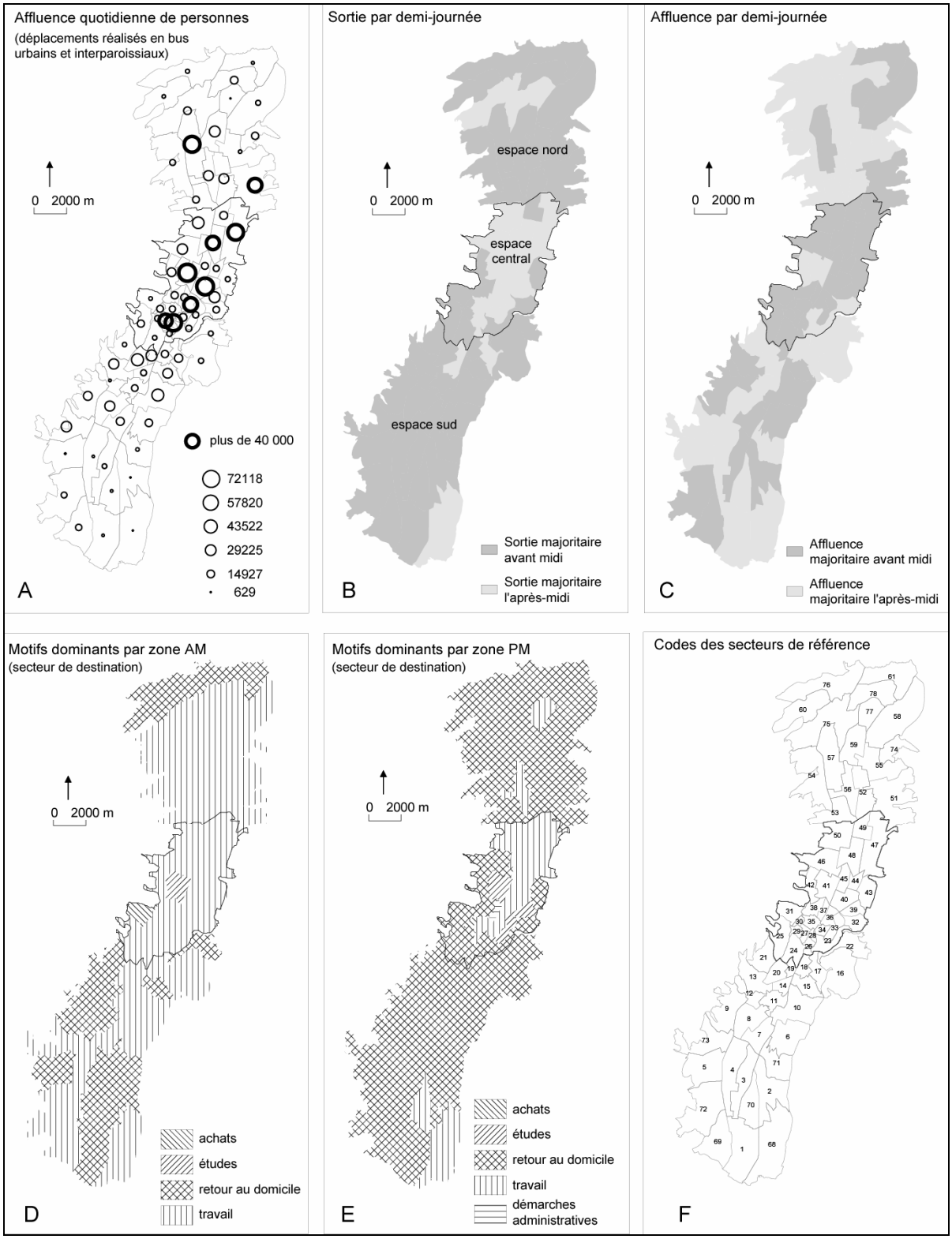
Les sorties majoritaires avant midi dans les espaces nord et sud de la ville, nous confirment leur caractère résidentiel dominant. En effet, leurs habitants quittent leur quartier pour accomplir leurs obligations et besoins en début de journée. Le retour vers ces deux espaces ne suit pas une loi générale ; il est tantôt majoritaire le matin, tantôt l'après-midi. Ceci dit, dans le détail, le caractère résidentiel dominant ne s'applique pas à tous les secteurs de ces deux espaces, ce qui explique localement des dynamiques de mobilité particulière. Par exemple, les secteurs 77 et 58 au Nord-Est de la ville, essentiellement industriels, enregistrent la plus forte affluence avant-midi (déplacements pour se rendre au travail majoritaires).

---

[43] Le plus petit secteur s'étend sur 24 ha, le plus vaste sur 751 ha. En moyenne, la taille des secteurs est de 274 ha et le coefficient de variation est de 70%. Les plus petits secteurs se situent entre le quartier de La Pradera (centre nord) et le centre sud (Villaflora, Atahualpa, El Calzado) et dans le centre historique.

[44] Il ne nous a cependant pas été possible d'évaluer les densités de populations y résidant, également très variables, car les données dont nous disposons à une échelle suffisamment désagrégée (les îlots) datent de 1990 et sont donc guère utilisables compte tenu des profondes mutations socio-économiques et spatiales qu'a connues la société équatorienne et quiténienne au cours de cette dernière décennie. Quant aux données du recensement de 2001, leur découpage à l'échelle des paroisses ne se superpose que très difficilement avec les secteurs de référence de l'enquête. Les paroisses plus étendues englobent tout ou partie d'un nombre variable de secteurs de référence.

[45] 30 000 étudiants, 2 000 enseignants



Carte 17 : Affluences, sorties et motifs des déplacements de personnes effectués en bus urbains et interparoissiaux dans la ville de Quito
(Source : enquête OD, UPGT, 1998)

1.3.3.3 – Des motifs de déplacements très variés selon les secteurs

Le matin, le travail motive l'essentiel des déplacements surtout dans l'espace central et dans l'espace nord de la ville (carte 17, cadre D). Les retours au domicile viennent en deuxième position particulièrement dans l'espace sud de la ville et dans l'extrême nord. Deux secteurs échappent à ce schéma : il s'agit des secteurs 41 (Université Centrale, *Santa Clara*, *Belisario Quevedo*) et 31 (*Placer*, *Toctiuco*, *San Roque*[46]). Ce sont principalement les études qui motivent les déplacements vers le premier secteur alors que les achats expliquent la plupart des mouvements vers le deuxième secteur. Bien que majoritairement résidentiel, l'espace nord de la ville accueille également de nombreux travailleurs. Le déplacement des aides ménagères peut en partie expliquer ce phénomène. En effet, l'espace nord (au moins dans sa partie centrale) est habité par la classe moyenne (près de 110 000 logements à consommation d'électricité moyenne ou élevée) qui embauche presque systématiquement des employés de maison.

L'après-midi, les retours au domicile priment presque partout en dehors de l'espace central où le travail reste globalement le motif dominant (carte 17, cadre E). Dans le détail, à l'intérieur de l'espace central, les études motivent principalement les déplacements vers le secteur 41 et les démarches administratives expliquent la plupart des flux vers le secteur 37 (quartier *Larrea* où se trouvent diverses administrations[47]). Le retour au domicile reste le motif dominant sur le pourtour sud de l'espace central (quartiers résidentiels). En dehors de l'espace central, le travail motive également l'essentiel des déplacements vers quelques rares secteurs, comme le secteur 77 (cf. supra), le secteur 56 (aéroport), le secteur 70 (*El Beaterio*, dépôt de combustibles) et le secteur 68 (quartier de *Turubamba* où est localisé un parc industriel).

Il ressort de cette analyse que l'hypercentralité de Quito structure très fortement les dynamiques à l'échelle de la ville. En effet, l'espace central caractérisé par une très forte concentration de fonctions urbaines à l'origine de son attractivité, témoigne d'une intense fréquentation diurne ; on y recense près de 330 000 mouvements internes et près de 360 000 déplacements en provenance du reste de l'agglomération. Ces 690 000 déplacements représentent près de la moitié des 1,5 million de déplacements quotidiens métropolitains répertoriés dans les bus urbains et interparoissiaux. A l'échelle de l'agglomération, l'essentiel de la mobilité s'observe donc autour de l'espace central et d'une manière générale dans l'ensemble de la partie urbaine. En effet, les déplacements réalisés en bus exclusivement à l'intérieur de la ville[48] représentent 87 % du total des déplacements métropolitains effectués en transport en commun (bus urbains et interparoissiaux). Dans le détail, les différents secteurs urbains témoignent de dynamiques fort distinctes, compte tenu des activités qu'ils supportent (zones universitaires, commerciales, administratives, industrielles…).

[46] A San Roque, les mardis et samedis, se touve le plus grand marché de Quito. Il couvre une superficie de 14 000 m² et rassemblent quelques 660 vendeurs.

[47] Conseil provincial, IESS (caisse d'assurance maladie), Banco Central, INEC (institut de statistiques).

[48] Tous les trajets réalisés en transport en commun dont l'origine et la destination correspondent à des secteurs urbains ont été additionnés (ceci exclut donc les déplacements suburbains et centre-périphérie).

1.4 - Conclusion

L'objectif de l'analyse précédente a été de dresser un rapide aperçu des principales dynamiques de mobilité prévalant en premier lieu entre le district de Quito et le reste du pays et, en second lieu à l'intérieur même du district à différentes échelles. Cette analyse repose essentiellement sur les trajets réalisés en bus interprovinciaux, interparoissiaux et urbains, ce qui constitue une limite dans le sens où les déplacements en voitures n'ont pas été analysés, faute d'information. Ceci dit, à l'échelle de l'Equateur, le transport en commun interprovincial de personnes est essentiellement assuré par des bus, compte tenu du faible taux de motorisation national, et à l'intérieur de l'agglomération, le transport en commun représente 80 % de la demande journalière quotidienne. Nous avons donc considéré la mobilité des personnes comme un ensemble de déplacements entre différents pôles urbains plus ou moins complémentaires, et entre différentes zones de l'agglomération au regard de la répartition des fonctions urbaines et des centralités (locales ou métropolitaine). Ceci a permis de mettre en évidence l'importance des échanges entre le district et le sud du pays, les principaux liens que le district entretient avec les pôles urbains proches, et, à l'échelle de l'agglomération, les principales dynamiques et formes de dépendances ; les périphéries suburbaines dépendent assez fortement de la ville et à l'intérieur même de la ville, les espaces nord et sud ressortent particulièrement dépendants vis-à-vis de l'espace central. Ces observations nous sont utiles pour l'identification ultérieure des dynamiques enjeux (deuxième partie). Elles fournissent également une première série de renseignements sur des formes de vulnérabilité territoriale du district (compte tenu des dépendances et de la forte concentration des activités dans l'espace central), thème que nous développerons en quatrième partie.

Connaissant les grands traits des dynamiques de mobilité, la question que l'on se pose à ce stade est de savoir sur quel système de transport elles reposent, en particulier à l'intérieur de l'agglomération. Quels sont ses principes de fonctionnement ? Quelles sont ses principales caractéristiques ?

2 - Structuration, organisation et fonctionnement du système de transport

Le système de transport est le moteur de la mobilité, c'est grâce à lui que peuvent s'opérer les déplacements de la population dans le système urbain. Il possède sa structure propre et dépend d'autres sous-systèmes, d'autres éléments qui forment son environnement systémique (occupation des sols, distribution de la population, configuration de l'espace urbain, contexte économique...). Dans un souci pratique, nous analysons chaque sous-système des transports, successivement, en montrant leurs interactions. Nous limitons l'analyse de l'évolution du système de transport de Quito principalement aux vingt dernières années, décennies au cours desquelles un grand nombre de changements sont survenus ayant aujourd'hui des implications notoires tantôt positives, tantôt négatives (accroissement exponentiel du parc automobile, mise en place d'un système de transport en commun intégré, municipalisation des compétences en matière de transport…)

Nous considérons donc les trois sous-systèmes en interrelation suivants (voir figure 1) :

- le cadre juridique et institutionnel qui définit les compétences des différents acteurs,
- les infrastructures routières (réseau, ouvrages et équipements) sur lesquelles s'appuie la mobilité,
- l'offre de transports (véhicules et réseau) qui rend possible les déplacements.

2.1 – Le cadre juridique et institutionnel

L'objectif est ici d'identifier les compétences et le rayonnement territorial des instances intervenant au jour le jour dans la gestion de la voirie et le fonctionnement du transport. L'analyse repose en partie sur l'examen des textes de loi qui définissent les prérogatives de chaque acteur sur une juridiction donnée. Au cours de la dernière décennie, de profondes mutations sont intervenues dans la répartition des attributions entre acteurs. Ces évolutions ont tantôt été dues à des pressions extérieures, tantôt à des phénomènes d'autorégulations internes. Parmi les principales modifications, la municipalisation de la gestion des transports est sans aucun doute celle qui a le plus profondément changé la mobilité des Quiténiens avec l'instauration d'un système de transport intégré.

2.1.1 – Le système d'acteurs intervenant dans le domaine de la voirie : trois organismes principaux

En matière de voirie, plusieurs institutions interviennent dans le DMQ. La plus importante est sans aucun doute la mairie de Quito.

2.1.1.1 – L'entreprise métropolitaine municipale de l'équipement de Quito (EMOP-Q) : un champ d'action essentiellement en ville

La faculté du District Métropolitain en la matière, est formulée tout d'abord dans la Loi du Régime Municipal de 1966 qui vaut pour toutes les municipalités de l'Equateur. Les municipes ont pour fonction de « construire, entretenir, nettoyer, embellir et réglementer

l'usage des chemins, rues, places et autres espaces publics ». Cette faculté a été complétée en 1993 par la Loi du Régime du District Métropolitain de Quito qui autorise la constitution d'entreprises municipales sous forme de sociétés d'économie mixte pour la prestation et l'amélioration des services publics. C'est ainsi que l'entreprise métropolitaine de l'équipement de la mairie de Quito (EMOP-Q)[49] a été créée en 1994 remplaçant l'unité municipale de l'équipement[50]. Aujourd'hui, le rôle principal de l'EMOP-Q est la maîtrise des ouvrages routiers dont la planification et la programmation sont mises au point, en concertation avec d'autres entités municipales (DMT, DMTV, EMSAT)[51], et consignées dans le schéma directeur des déplacements urbains (MDMQ-DMT, 2002).

Parmi les changements qu'a connus récemment l'EMOP-Q dans son mode de fonctionnement, notons la nette tendance à la délégation de plus en plus systématique de la maîtrise de l'œuvre au secteur privé. Cette tendance s'est accentuée depuis la promulgation en 1998 de la Loi de Modernisation de l'Etat, Privatisations et Prestations des Services Publiques par l'Initiative Privée et la création du CONAM (Commission Nationale de Modernisation de l'Etat) dont le rôle est de « définir les stratégies, normes et procédures pour coordonner, superviser les processus de privatisation et délégation à l'initiative privée, que doivent entreprendre toutes les entités et entreprises publiques » (CONAM, 2001). De plus l'EMOP-Q s'est vu retirer en 2001 et en 2002, l'administration des accès à la ville (Panaméricaine Sud et Panaméricaine Nord respectivement) au profit du MOP[52].

Dans les paroisses périphériques proches (*Conocoto, Cumbayá, Tumbaco, Calderón, Pomasqui*), si elle est responsable de l'entretien et du traçage de nouvelles voies de circulation, l'EMOP-Q travaille également en partenariat avec les services techniques municipaux des hôtels d'arrondissement (*administraciones zonales*) pour l'entretien des trottoirs et accotements et avec l'EMAAP-Q (Entreprise métropolitaine d'eau potable et des égouts). Le rayonnement spatial de la EMOP-Q se limite donc essentiellement à l'agglomération métropolitaine et surtout à la ville de Quito (voir carte 18).

2.1.1.2 – Le Conseil Provincial de *Pichincha* (HCPP) : un rôle cantonné aux zones suburbaines

Dans l'agglomération, la deuxième institution à intervenir dans le domaine de la voirie est le Conseil Provincial de *Pichincha* (HCPP)[53], créé en 1945 par la Loi du Régime Provincial[54]. Cette institution relève du régime décentralisé autonome. Les attributions et devoirs du Conseil en matière d'équipements routiers sont de « diriger et réaliser les ouvrages viaires à caractère provincial et interprovincial, promouvoir des conventions d'échange avec les municipalités pour mener à bien conjointement des ouvrages d'intérêt commun, tels que des axes de communication… et présenter un plan général de développement provincial[55] ».

Dans le district de Quito, le gouvernement provincial prend en charge une partie du réseau routier limitée à quelques axes principaux et aux voies secondaires et locales dans les zones

[49] *Empresa Metropolitana de Obras Públicas*, créée par l'ordonnance municipale N° 3074
[50] L'organigramme de l'administration actuelle (2000-2004) se trouve dans l'annexe N°2.
[51] Pour les sigles, voir infra
[52] Il s'agissait de tronçons à péage.
[53] *Honorable Consejo Provincial de Pichincha*
[54] La dernière actualisation de cette loi est parue au journal officiel en mars 2002 (R.O. 288)
[55] Le HCPP a récemment rendu public son plan pour la période 2002-2022

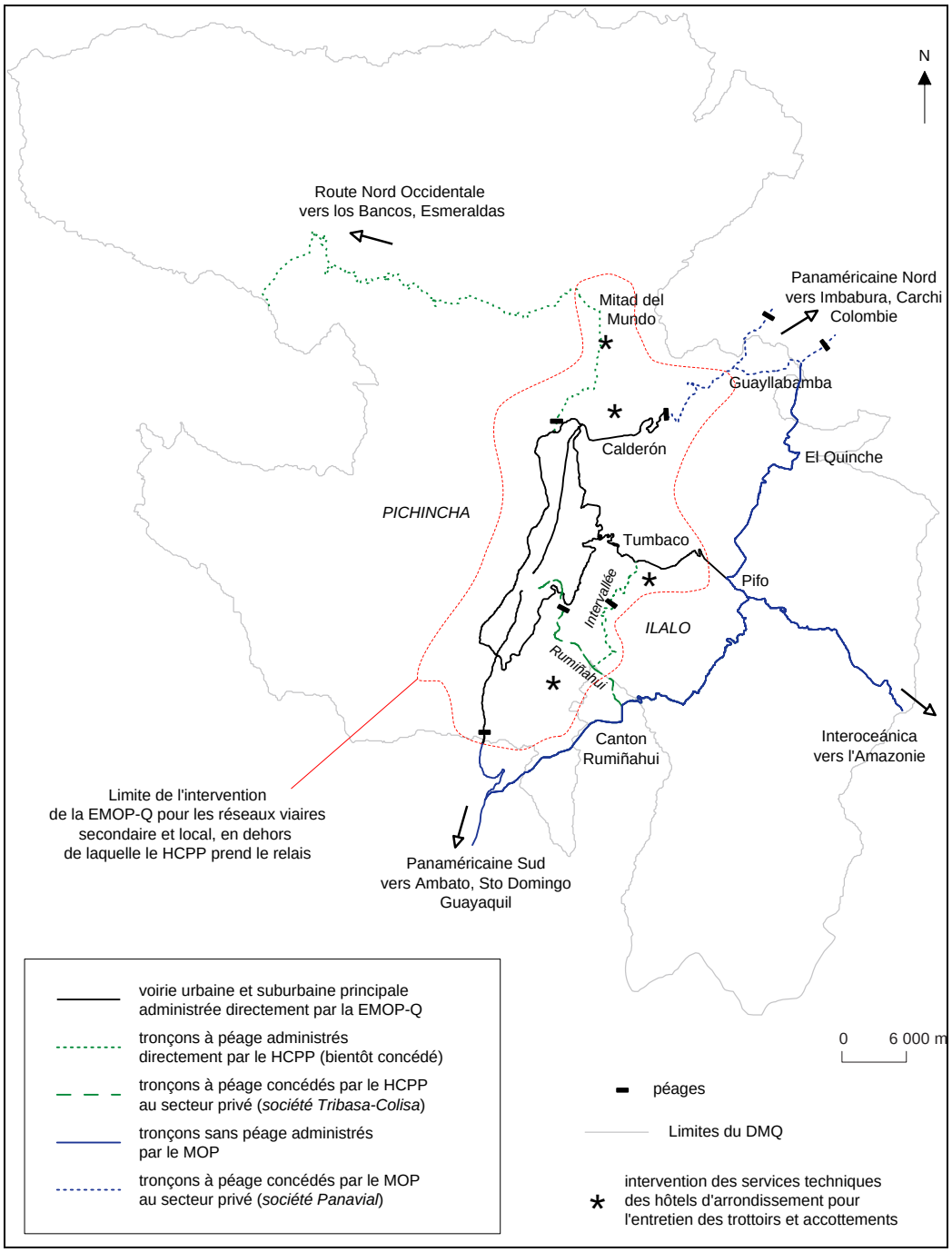
suburbaines et rurales permettant l'accès aux secteurs de production agricole. Au même titre que l'EMOP-Q, le HCPP est également concerné par la délégation de plus en plus fréquente de certaines constructions à l'initiative privée et favorise les concessions viaires à péages qu'il administre encore provisoirement de manière directe (Intervallée, Autoroute à la *Mitad del Mundo*) ou qu'il confie à des entreprises privées. Par exemple, l'autoroute *Rumiñahui* entre Quito et *Los Chillos*, relevant de sa compétence, est gérée par la société privée *Tribasa-Colisa* (voir carte 18).

2.1.1.3 – Le Ministère de l'Equipement (MOP) : un organisme chargé des routes d'intérêt national

De son côté, le Ministère de l'Equipement (MOP)[56] intervient à un autre niveau, en établissant les normes d'ingénierie civile appliquées aux ouvrages d'art routier[57] et en construisant, entretenant des voies de communication d'intérêt national. Son intervention directe en matière de voirie dans le DMQ est non négligeable et a même tendance à se renforcer avec la récupération de certains tronçons initialement administrés par l'EMOP-Q. A l'échelle nationale, le MOP est actuellement responsable d'un projet de développement des concessions du réseau routier principal, qui s'applique directement aux routes d'accès au district de Quito (Panaméricaine Sud et Panaméricaine Nord, en instance d'être confiées à la société *Panavial*). La voie de contournement métropolitaine et la route *Interoceánica* à l'est de *Pifo* sont également de son ressort (voir carte 18).

Le système d'acteurs intervenant en matière de voirie au sein du DMQ relève donc d'un emboîtement complémentaire des pouvoirs municipal, provincial et central, dans lequel le secteur privé joue un rôle sans cesse grandissant. La concession des tronçons routiers et la mise en place de péages permet certes d'améliorer la qualité et l'entretien de la voirie, mais pose le problème du contrôle des politiques tarifaires souvent élevées, pratiquées par les entreprises privées à l'origine de conflits, comme c'est la cas pour l'autoroute *Rumiñahui*, ce qui constitue une forme de vulnérabilité du système (voir troisième partie).

[56] *Ministerio de Obras Públicas*
[57] Largement inspirées des normes étasuniennes



Carte 18 : Répartition territoriale des compétences institutionnelles en matière de voirie dans le District Métropolitain de Quito - juillet 2003
(Sources : DMTV, DMT, EMOP-Q, MOP, HCPP)

2.1.2 - Le système d'acteurs intervenant dans l'organisation des transports et la gestion de la circulation

Peut-être encore plus que dans le domaine de la voirie, le système d'acteurs chargés de la l'organisation des transport a connu de profondes mutations au cours de la décennie 1990. Cette évolution est associée au processus cadre de municipalisation de la compétence des transports dans le DMQ. Ce processus, loin d'être spécifique à Quito, est issu d'une adaptation progressive du système à une politique visant à transférer la responsabilité de certaines activités et services, des instances centrales aux instances locales, ayant une meilleure connaissance des problèmes concernant leur juridiction et donc mieux à même de répondre aux demandes de la communauté. Ce processus a entraîné l'apparition de nouveaux acteurs sur la scène de la gestion et planification des transports. Dans cette partie, nous analysons les compétences des organismes représentant l'autorité (organismes de tutelle concédants, organismes de planification, organismes de régulation et de contrôle) à différentes échelles. Les acteurs reflètent aussi les multiples formes de production de la mobilité, selon que le transport est collectif ou individuel, public ou privé, urbain ou extra urbain. Certains acteurs relèvent du pouvoir municipal, d'autres relèvent encore des instances centrales.

2.1.2.1 – Les organismes de tutelle du transport en commun : le rôle essentiel de la mairie

La Municipalité de Quito, organisme responsable du transport en commun urbain et interparoissial

Le transport en commun urbain et interparoissial dans le District Métropolitain est à la charge exclusive de la Mairie de Quito depuis la Loi du Régime du District Métropolitain de Quito de 1993 qui notifie les obligations suivantes : « planifier, réguler et coordonner tout ce qui est en relation avec le transport public et privé dans sa juridiction ». Le système de gestion municipal des transports mis en place dans le DMQ a en quelque sorte servi de modèle au processus de municipalisation de la compétence des transports urbains à l'échelle nationale. En effet, les prérogatives dont bénéficie le DMQ depuis 1993 en matière de transport s'appliquent dorénavant à l'ensemble des municipalités du pays comme le précise la dernière constitution de 1998 : « Le conseil municipal… pourra planifier, organiser, réguler le transit et le transport terrestre, en forme directe, par concession, autorisation ou autre forme de passation de contrat administratif, en fonction des nécessités de la communauté (art. 234) ».

Deux entités municipales gèrent le transport en commun urbain et interparoissial dans le DMQ. Il s'agit de la DMT (Direction Métropolitaine de Transport et Voirie) et de l'EMSAT (Entreprise Métropolitaine de Service et Administration du Transport). La première, constituée en 2002, établit la politique cadre, les stratégies et les directives majeures du transport et de la voirie[58]. Elle élabore des plans, des propositions de régulation et oriente la politique tarifaire et la réglementation. La deuxième, entité concédante, créée en 2001, assure un rôle opérationnel[59]. Sa fonction est notamment d'administrer et contrôler le transport. Elle attribue les permis d'opération et définit les itinéraires et fréquences des lignes de bus urbaines et interparoissiales. L'EMSAT administre également les taxis, le transport scolaire et

[58] Résolution Municipale N° 002, du 2 janvier 2002
[59] Ordonnance Municipale N° 055, du 13 juin 2001

d'entreprise[60]. Les grands traits de l'action municipale à venir en matière de transport et de voirie s'insèrent dans le cadre du schéma directeur des déplacements urbains (MDMQ-DMT, 2002) présenté par la DMT en mai 2002. Ce schéma directeur, premier en son genre à Quito, résulte d'un travail mené par la DMT conjointement avec la EMSAT, la EMOP et la DMTV (Direction Métropolitaine du Territoire et du Logement). Il comporte un aspect novateur à Quito en ce sens qu'il intègre les multiples composants de la mobilité (transport, circulation, voirie) et tient compte des directives en matière d'aménagement du territoire et d'occupation des sols[61] formulées dans le Plan Général de Développement Territorial (MDMQ/DMTV, 2000).

Le Conseil National de Transit (CNT), organisme responsable du transport en commun interprovincial

Le transport en commun interprovincial est à la charge du Conseil National de Transit, organisme qui dépend du Ministère du Gouvernement Central. Cette compétence est stipulée dans la Loi du Transit et Transport Terrestre de 1966. Le CNT détermine les itinéraires et fréquences des bus interprovinciaux. Il est également responsable de la détermination du prix du transport en commun interprovincial et intercantonal. Jusqu'au début des années 1990, il déterminait également les prix du transport urbain. Cette compétence lui a été retirée au profit des municipalités en deux étapes, tout d'abord avec la Loi du Régime du District Métropolitain de Quito de 1993 et ensuite avec la dernière actualisation de la constitution de l'Equateur de 1998 qui renforce les prérogatives de l'ensemble des municipalités de l'Equateur en matière de transport (cf. infra).

Le Conseil Provincial du Transit de *Pichincha* (CPTP), organisme responsable du transport en commun intercantonal

Le transport en commun intercantonal (intraprovincial) est à la charge du Conseil Provincial du Transit de *Pichincha* qui dépend directement du Conseil National de Transit (CNT). Le Conseil Provincial du Transit de *Pichincha* détermine les itinéraires et fréquences des bus intercantonaux et applique les directives tarifaires définies par le CNT.

2.1.2.2 – Les organismes chargés du parc automobile et du trafic : des compétences plus ou moins clairement partagées entre la Municipalité de Quito et la Police Nationale

L'immatriculation des véhicules et le contrôle du trafic : des responsabilités de la Police Nationale

D'après la Loi de Transit et Transport Terrestre, le contrôle du parc automobile et l'immatriculation des véhicules tous types confondus au sein du DMQ, revient à l'Office Provincial du Transit de *Pichincha* (JPTP)[62] dépendant de la Police Nationale. Une particularité est que cette immatriculation doit être renouvelée chaque année en Equateur, ce qui permet d'avoir des statistiques actualisées. Depuis 2003, les véhicules doivent cependant

[60] La DMT et l'EMSAT ont remplacé la UPGT (Unité de Planification et de Gestion des Transport) créée en 1995 et dissolue en 2001.
[61] En effet, le schéma directeur antérieur de 1998, était surtout un plan de rationalisation du transport essentiellement orienté vers la modernisation technique et opérationnelle des transports urbains qui devaient s'articuler autour de l'axe du trolleybus dans un réseau de transport intégré (service et tarif).
[62] *Jefatura Provincial de Tránsito de Pichincha*

passer au préalable par un Centre de Révision et de Contrôle Techniques créé grâce à une convention signée en décembre 2000 entre la Municipalité de Quito et le Conseil National de Transit. Toujours d'après la Loi du Transit et Transport Terrestre, le contrôle du trafic en ville relève de la Direction Nationale de Transit (DNT), organisme également dépendant de la Police Nationale. La DNT est responsable de la prévention et de la sécurité routières. Elle intervient également lors des accidents de circulation dont elle tient à jour une base statistique qui nous été utile pour déterminer la dangerosité des tronçons (troisième partie).

La surveillance et la gestion de la circulation en ville : des responsabilités de la Mairie

Dans le DMQ, un service municipal est chargé de la surveillance des conditions de circulation urbaine. Il s'agit du Centre de Contrôle des Opérations (CCO) rattaché à l'EMSAT. Son rôle est de résoudre les problèmes de circulation en informant les organismes appropriés tels que la Police Nationale en cas d'accident ou d'engorgement de trafic, la EMOP-Q en cas de défectuosité de la voirie, la EMAAP-Q en cas de problèmes liés à l'eau, les pompiers en cas d'ennoiement des passages surbaissés… Toutes ces perturbations relevées par des observateurs de terrain sont communiquées à une centrale et enregistrées dans une base de données. Cette base sert de support à des études visant à améliorer la fluidité du trafic en effectuant des réformes géométriques de la chaussée, une meilleure calibration du système de feux tricolores…. Le CCO joue également un rôle fondamental en temps de crise. Lors de l'éruption du volcan *Pichincha* en octobre 1999, des agents ont été envoyés aux quatre coins de la ville et ont tenu informée la centrale sur les engorgements et difficultés de circulation. Cette information nous a été utile pour déterminer les portions de l'appareil circulatoire les mieux surveillées et celles qui le sont moins ou pas du tout. Ceci fournit des indications sur la vulnérabilité des tronçons routiers (troisième partie).

De plus, l'EMSAT a pour fonction d'administrer et gérer les équipements circulatoires (feux tricolores et dispositif de signalisation). Depuis 1996, la Municipalité de Quito a instauré dans une dynamique centrifuge consubstantielle à la construction du trolleybus, un système centralisé de feux de signalisation électrique unique en Equateur. Celui-ci a été étendu progressivement et intégrait 230 carrefours à la fin 2001, soit 50 % des intersections dotées de feux tricolores. Les autres feux, plus anciens, fonctionnent indépendamment des premiers et relèvent encore temporairement de la Direction Nationale de Transit (Police Nationale). Deux systèmes de signalisation électrique coexistent et empêchent en ville une gestion optimale de la circulation ce qui renvoie également à une forme de vulnérabilité (troisième partie).

L'analyse préalable a permis de faire ressortir qu'aussi bien dans le domaine de la voirie que dans celui des transports, plusieurs acteurs jouent un rôle à des échelles différentes au sein du DMQ. Le système d'acteurs intervenant en matière de voirie relève de l'emboîtement complémentaire des pouvoirs à la fois municipal (EMOP-Q), provincial (HCPP) et central (MOP). Si les compétences en matière de transport en commun apparaissent claires avec deux acteurs principaux, la mairie d'un côté (DMT, EMSAT) et la Police Nationale de l'autre (CNT et CPTP), on constate en revanche, un certain recouvrement des prérogatives dans la gestion et le contrôle du trafic, en partie dû à un flou juridique et en partie dû au caractère relativement récent du transfert de responsabilité au profit de la mairie. Ce récent transfert est à l'origine d'un rapport de forces et d'un manque de coopération entre la municipalité et la police et explique la permanence du double système de signalisation électrique empêchant une gestion optimale de la circulation en ville. Connaissant le système institutionnel de la voirie et des transports, la question que l'on se pose à ce stade est de savoir quelles sont les caractéristiques de l'appareil circulatoire de l'agglomération et quels sont les principes de fonctionnement du système de transport, dans un deuxième temps ?

2.2 – Le système d'infrastructures routières (réseau, ouvrages et équipements)

Nous avons étudié au préalable l'ampleur et les logiques de déplacements, principalement en transport en commun, au regard des centralités et de l'agencement socio-économique du système territorial du district de Quito. L'objectif de l'analyse suivante est de comprendre sur quel système d'infrastructures routières s'appuie cette mobilité. Quelles en sont ses principales caractéristiques ? Comment le réseau routier est-il agencé ? Quelles ont été ses principales évolutions ?

Le réseau routier de l'agglomération de Quito est constitué d'un ensemble de routes, de rues et de ruelles[63] et intègre également des ponts et des tunnels. Si le réseau principal et les rues de la partie centrale de la ville sont entièrement goudronnés, il n'en est pas de même dans le sud de la ville, les quartiers périphériques urbains et les espaces suburbains. La cartographie du tracé des rues dans la ville nous a été fournie par l'Entreprise Electrique de Quito qui gère cette information au même titre que la base géoréférencée sur les compteurs électriques (cf. supra).

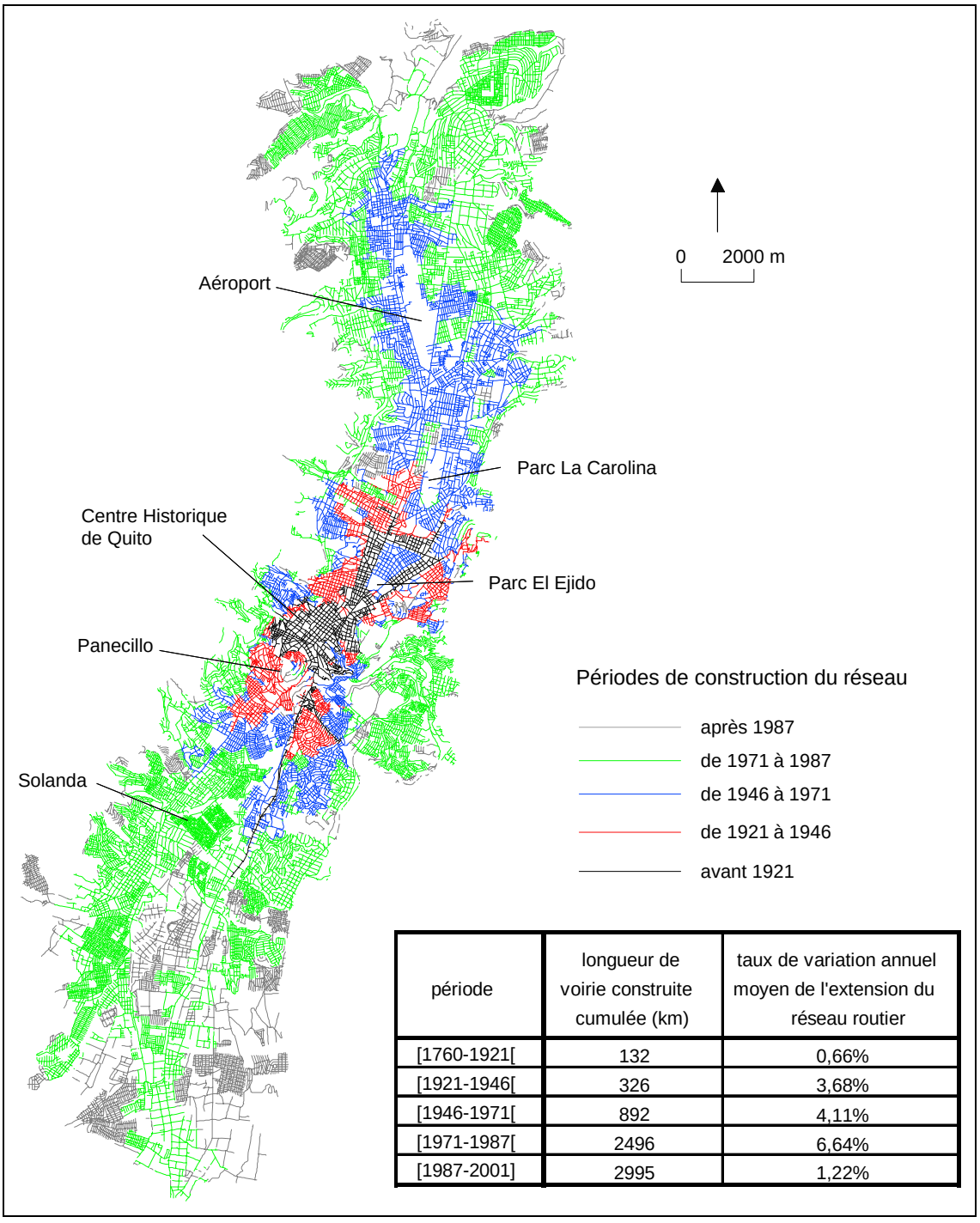
2.2.1 – Une extension exponentielle du réseau routier lié à l'étalement urbain amorcé surtout à partir des années 1920

2.2.1.1 – Une extension contrainte selon une direction nord-sud à l'échelle de la ville

L'appareil circulatoire du district s'est développé corrélativement à l'extension urbaine. En 1921, la ville de Quito comptait 80 700 habitants et s'étalait sur 815 ha[64]. En 2001, la ville rassemble 1 413 700 habitants et occupe 19 200 ha. En 80 ans, la population urbaine a été multipliée par 17, la superficie de la ville par 23, signifiant une baisse de la densité urbaine moyenne. Dans le même laps de temps, la longueur du réseau routier de la ville a été multipliée par 22, passant de 132 km. en 1921 à près de 3000 en 2001 (carte 19). La longueur du réseau routier urbain a été calculée à différents stades de l'expansion de la ville dont les limites sont connues[65]. Nous n'avons malheureusement pas pu calculer la longueur de voirie en dehors de la ville car nous ne disposions pas d'une cartographie actualisée et exhaustive du réseau de ces secteurs.

De 1720 à 1921, le taux d'accroissement annuel du système de voiries a été extrêmement faible (0,66 %). Jusqu'en 1921, Quito n'était qu'une petite ville avec son centre historique et quelques extensions vers le nord. A partir de 1921, l'extension de l'appareil circulatoire s'est accélérée corrélativement à la progression soutenue du tissu urbain avec des taux de variation annuels moyens supérieurs à 3,5 %. C'est après 1946 et surtout au cours de la période 1971-1987 que le plus grand nombre de voies ont été construites avec un taux de 6,64 % par an. Depuis 1987, l'accroissement du réseau a fortement diminué (1,22 % par an) et a surtout concerné le sud de la ville.

[63] Nous n'analysons pas ici les sentiers et chemins non praticables en voiture
[64] D'après l'Atlas Infographique de Quito, 1992.
[65] Nous considérons schématiquement que l'expansion du réseau routier va de pair avec l'extension urbaine. En effet, l'aménagement d'un lotissement implique la construction d'un ensemble de rues. Ceci dit, les calculs que nous présentons ne tiennent pas compte dans le détail des rues qui ont pu être tracées a posteriori dans un ensemble urbain déjà consolidé (mais ce cas de figure est plutôt marginal).



période	longueur de voirie construite cumulée (km)	taux de variation annuel moyen de l'extension du réseau routier
[1760-1921[	132	0,66%
[1921-1946[	326	3,68%
[1946-1971[	892	4,11%
[1971-1987[	2496	6,64%
[1987-2001]	2995	1,22%

Carte 19 : Extension du réseau routier de la ville de Quito de 1760 à 2001
(Sources : EEQ, DMTV)

D'une manière générale, la construction des infrastructures routières en ville a répondu à une logique d'ajustement à la pression circulatoire au coup par coup. C'est ainsi que pendant la décennie 1970, de nombreuses artères ont été ouvertes dans le centre nord (*Shyris*, *Amazonas*, *Eloy Alfaro*..) selon un tracé rectiligne rendu possible grâce au remblaiement de certains fossés et ravins canalisés au préalable. Dans le sud de la ville, la physionomie des rues plus récentes, est globalement plus sinueuse car la canalisation et le recouvrement des cours d'eau ont été beaucoup moins systématiques. C'est aussi dans les années 1970 qu'ont été construits les tunnels en amont du centre historique facilitant les communications nord – sud, et qu'a débuté la construction de la rocade, sorte de voie rapide ceinturant la ville, terminée à la fin des années 1990[66].

2.2.1.2 – Une extension tournée vers les vallées orientales à partir des années 1970 grâce à l'élévation du taux de motorisation

Le schéma de développement du réseau routier qui a prévalu à Quito jusque dans les années 1970, en suivant en partie les directives du Plan *Odriozola* de 1942, a été surtout longitudinal compte tenu du site dans lequel s'est développée la ville, une cuvette nord-sud d'environ 40 km. de long et de 3 à 7 km. de large, au pied du massif volcanique du Guagua *Pichincha*. C'est à partir de la fin des années 1970 qu'on assiste au débordement du site originel de la ville de Quito avec le développement de l'urbanisation suivant un schéma ouest – est, dans les vallées de *Tumbaco* et *Los Chillos*[67], rendu possible grâce à la construction d'axes centre-périphérie rapides (Autoroute *Rumiñahui*) et à l'élargissement et amélioration d'axes préexistants (Route *Interoceánica* vers *Cumbayá* et Panaméricaine Nord).

Au cours des 30 dernières années, l'élévation du taux de motorisation individuel (cf. infra), même s'il demeure faible, a permis à de plus en plus de citadins de s'installer dans les banlieues, où le climat est plus clément compte tenu de leur altitude plus faible (environ 2400 m contre 2800 à Quito). Les importants investissements municipaux dans la voirie et l'augmentation du parc automobile ont été possibles grâce à la manne financière issue de l'exploitation pétrolière dont a bénéficié l'Equateur au cours de la décennie 1970. De vastes espaces ont été aménagés en banlieue, beaucoup moins denses que la ville même. Le réseau de voiries y est également beaucoup plus lâche. C'est donc surtout à partir de la décennie 1970 que les phénomènes de distanciation des lieux fonctions et d'étalement périphérique des zones résidentielles à l'échelle du district se sont amorcés, phénomènes à l'origine de l'importance actuelle des mouvements pendulaires.

Analyser un système de voirie, c'est également étudier la fonctionnalité et l'usage des axes. Cette démarche permet d'aboutir à une catégorisation des routes qui nous sera utile par la suite pour faire ressortir les artères enjeux (deuxième partie).

[66] La rocade porte différents noms en fonction des tronçons : en faisant le tour depuis le nord et en descendant vers l'ouest, elle porte successivement les nomenclatures suivantes : *Av. Diego Vasquez, Av. Mariscal Antonio José de Sucre, Av. Vencedores de Pichincha, Av. Morán Valverde, Av. Libertador Simón Bolívar* et enfin *Av. Eloy Alfaro.*

[67] Les vallées n'abritaient initialement que quelques bourgades rurales (*Conocoto, Sangolquí, Tumbaco, Pifo*…)

2.2.2 – Fonctionnalité et fréquentation des axes routiers : vers une catégorisation en trois types

Nous distinguons, schématiquement, trois types de voiries. Nous considérons leur fonctionnalité première et leur fréquentation (transport de personnes exclusivement). Nous considérons également leur rôle dans le réseau au regard du type de trafic qu'elles supportent. Les trois types de voirie sont les suivants : les axes structurants, les voies principales et les voies secondaires.

2.2.2.1 – Les axes structurants

Il s'agit des artères qui constituent l'armature du réseau et qui permettent les communications à l'échelle du district et les échanges avec l'extérieur. On englobe dans cette catégorie : a - les accès au district, b – les axes centre-périphérie, c – la voie de contournement de l'agglomération, d – la route reliant les vallées orientales, e – les voies urbaines pénétrantes, f – la rocade urbaine.

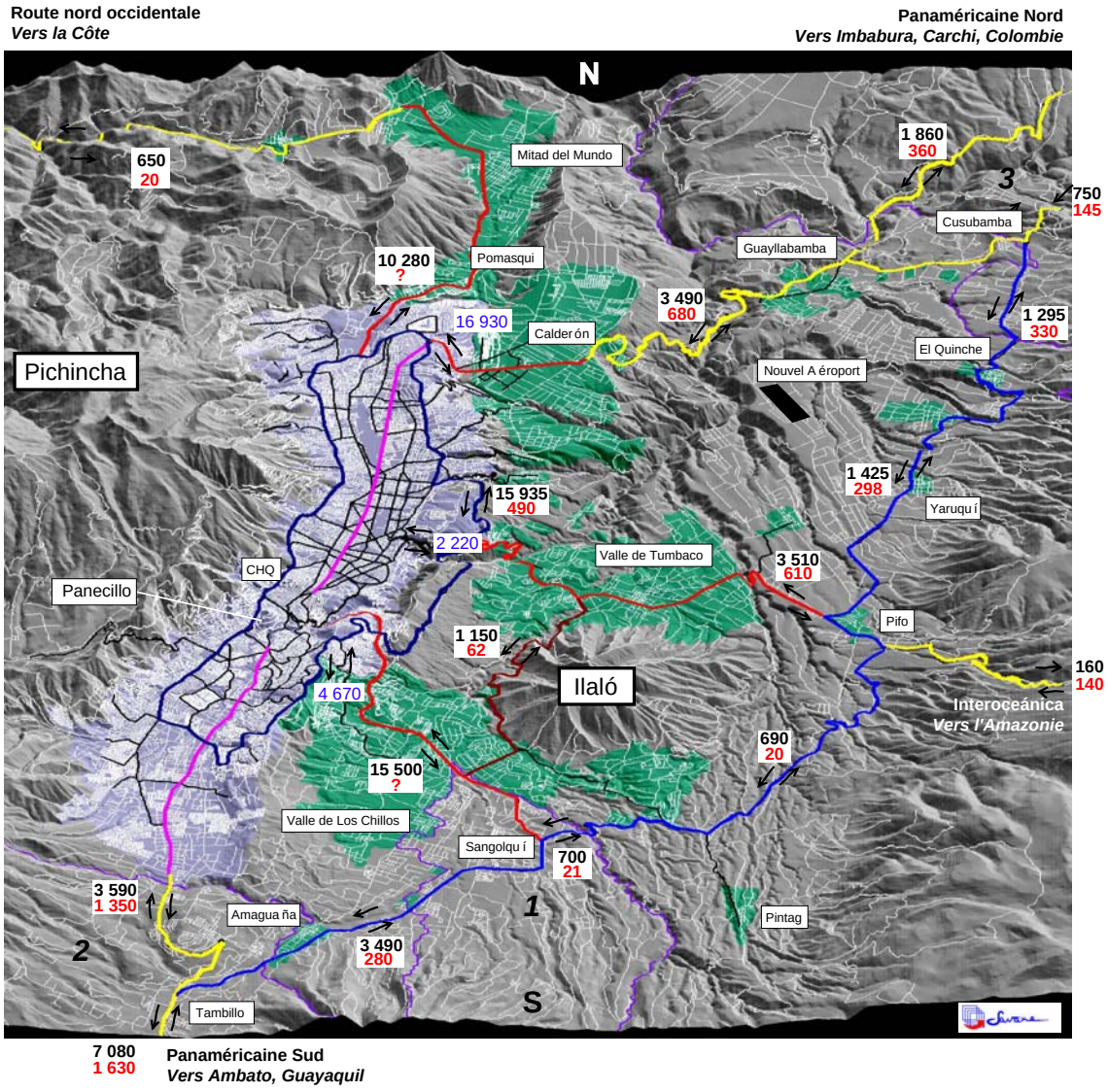
a - les quatre accès au district : Panaméricaine Sud, Panaméricaine Nord, route *Interoceánica*, et route nord occidentale

Les accès au district (en jaune sur la carte 20) comme leur nom l'indique, permettent les connexions avec les autres cantons et provinces par l'intermédiaire du réseau routier national. Ces itinéraires à grand gabarit sont utilisés entre autres pour le transport de personnes de moyenne et longue distances. Nous l'avons vu, l'axe qui enregistre la plus forte charge de trafic est la Panaméricaine Sud au niveau de *Tambillo* avec près de 16 000 Véhicules Légers Equivalents (VLE) par jour et par sens (MOP)[68], ce qui en fait l'axe interprovincial le plus fréquenté de l'Equateur (voir tableau 3). A l'entrée sud de la ville, la Panaméricaine est parcourue chaque jour par quelque 9 360 VLE par sens[69]. La Panaméricaine Nord, entre *Guayllabamba* et *Calderón*, est empruntée quotidiennement par environ 6 815 VLE par sens. La circulation sur les deux autres accès est comparativement bien moindre avec moins de 900 VLE par jour. L'importance du transport en commun sur les accès au district est fort variable. Le transport en commun atteint près de 47 % des véhicules transportant des personnes sur la *Interoceánica* vers l'Amazonie[70], 27 % à l'entrée sud de la ville et 3 % sur la route Nord Occidentale.

[68] Fréquemment, les comptages ne sont pas détaillés, c'est-à-dire que l'on ne connaît pas la proportion de véhicules légers, bus, camions. Les comptages sont souvent exprimés en véhicules légers équivalents (VLE). Les techniciens de la mairie considèrent par exemple qu'un bus équivaut à 1,83 véhicule léger, un camion à 2,03 véhicules légers et une semi-remorque à 2,5 véhicules légers.

[69] Tous les volumes de trafic présentés, correspondent à des comptages réalisés des jours ouvrables.

[70] Cette valeur correspond au pourcentage de bus par rapport aux véhicules légers. Elle permet de comparer l'importance relative du transport en commun par rapport au transport individuel.



Axes structurants

- Accès au District
- Axe centre périphérie
- Intervallée
- Voie de contournement métropolitaine
- Pénétrante urbaine
- Rocade
- Réseau principal

Réseau secondaire

- Réseau local urbain
- Réseau local suburbain
- Réseau local rural

0 — 6 Km

Limites administratives

1 - Canton Rumiñahui
2 - Canton Mejía
3 - Canton Cayambe

- Limite DMQ

CHQ : Centre Historique de Quito

3 800 Trafic moyen journalier de véhicules légers (voitures et pick-up)
970 Trafic moyen journalier d'autobus
4 670 Trafic moyen journalier de véhicules légers équivalents (VLE)
(un bus = 1,83 VL, un poid lourd = 2,03 VL)

Nota : les valeurs reflètent les volumes de trafic dans un seul des sens (associé à la flèche) car pour certains comptages, nous ne disposions pas de données dans les deux sens. Par ailleurs, nous avons eu recours aux VLE lorsque nous ne disposions pas de comptage détaillé.

Carte 20 : Agencement, typologie et fréquentation du réseau routier de l'agglomération de Quito - 2001
(Sources : EMOP-Q, HCPP, MOP, EEQ, IGM)

Axe	VL	Bus	VL + bus	% bus / VL	VLE*
Panaméricaine Sud au sud de Tambillo	7 080	1630	8 710	18,7	15 676
Panaméricaine Sud à la sortie de Quito	3 590	1350	4 940	27,3	9 363
Panaméricaine Nord entre Guayllabamba et Calderón	3 490	680	4 170	16,3	6815
Interoceánica, à l'est de Pifo	160	140	300	46,7	827
Route Nord Occidentale après Calacalí	650	20	670	3,0	792

Tableau 3 : Volumes de trafic sur les accès au district.
Ces valeurs reflètent la circulation quotidienne dans un seul des sens un jour ouvrable.
VLE * : intègre aussi les camions ***(source : MOP – 2001)***

b - les quatre axes centre – périphérie

Il s'agit du prolongement des accès au district (route de *Pomasqui*, Panaméricaine Nord depuis *Calderón*, route *Interoceánica* vers *Tumbaco*) et de l'autoroute *Rumiñahui* vers la Vallée de *Los Chillos* (en rouge sur la carte 20). Ces axes à grand gabarit desservent les zones suburbaines et sont le support des mouvements pendulaires pour l'essentiel. Ces 4 axes connaissent tous un trafic supérieur à 15 000 VLE par jour (tableau 4). Malheureusement, nous ne disposons pas d'information plus détaillée.

Axe	VL	Bus	VL + bus	% bus / VL	VLE*
Route de Pomasqui, à l'entrée de Quito	10 280	–	–	–	15 000
Panaméricaine Nord à l'entrée de Quito	–	–	–	–	16 930
Route à Tumbaco, à l'entrée de Quito	15 935	490	16 425	3,0	–
Autoroute Rumiñahui, à l'entrée de Quito	15 500	–	–	–	20 000

Tableau 4 : Volumes de trafic sur les axes centre-périphérie.
Ces valeurs reflètent la circulation quotidienne dans un seul des sens un jour ouvrable. VLE * : intègre aussi les camions ***(sources : EMOP-Q, HCPP, MOP, 2000 et 2001)***

c - la voie de contournement à l'est de l'agglomération

Il s'agit d'un axe de déviation qui permet de relier directement le nord, l'est et le sud du pays en évitant la ville de Quito (en bleu clair sur la carte 20). Dans le détail, cette voie sert aussi pour le transport métropolitain (bus interparoissial), en particulier sur le tronçon « *El Quinche – Pifo* » connecté à *Tumbaco*. De *Cusubamba* à *Pifo*, entre 1 300 et 1 450 voitures et environ 300 bus circulent par jour et par sens. Entre *Pifo* et *Sangolquí*, la charge de trafic est beaucoup moindre avec 690 automobiles et 20 bus par jour. Entre *Sangolquí* et *Amaguaña*, le

trafic est le plus élevé sur la voie de contournement avec près de 3 500 voitures et 280 bus par jour et par sens.

d – la route « Intervallée » à l'est de la ville, au pied de la montagne de l'Ilaló

Il s'agit d'une route qui permet de relier les vallées de *Tumbaco* et de *Los Chillos* entre elles (en marron sur la carte 20). Chaque jour, 1 150 voitures et une soixantaine de bus l'empruntent par sens.

e – les deux grandes voies urbaines pénétrantes

Ces artères à grand gabarit (en fuchsia sur la carte 20) sont le prolongement des axes suburbains (Panaméricaine Nord et Sud). Elles permettent un accès massif à la ville et en particulier à l'espace central, aussi bien depuis le nord que depuis le sud. Dans leur section centrale, elles supportent le couloir du trolleybus. Au nord, l'axe pénétrant (Avenue *10 de Agosto* au niveau du Parc *La Carolina*) enregistrent environ 32 000 VLE par jour et par sens. L'axe pénétrant au sud est beaucoup moins emprunté (près de 17 000 VLE par jour et par sens au niveau du dépôt de carburants *El Beaterio*).

f – la rocade urbaine

Ceinturant la ville, elle est connectée avec les voies urbaines pénétrantes et avec les axes centre – périphérie (en bleu foncé sur la carte 20). Dans le détail, chaque tronçon assure un rôle sensiblement différent. La section Est, construite sur les hauteurs des collines bordant la ville à l'Est, est largement utilisée par le transport interprovincial de personnes en direction du sud. C'est sur cette rocade que se trouvent les tunnels à l'ouest du centre historique traversés quotidiennement par plus de 35 000 VLE dans chaque sens, valeur la plus élevée du district. Le tronçon nord-est de la rocade (Avenue *Eloy Alfaro*) connaît un trafic de 22 000 automobiles par jour et par sens. Le tronçon nord-ouest (section nord de l'Avenue *Mariscal Sucre*) enregistre près de 13 000 VLE par jour (au niveau du quartier *El Condado*). Dans sa partie sud-ouest, la rocade (section sud de l'Avenue *Mariscal Sucre*) enregistre environ 14 500 VLE par jour et par sens (au niveau de l'Avenue *Rodrigo de Chávez* au sud du *Panecillo*). Dans sa partie centrale à l'est (entre l'autoroute *Rumiñahui* et la Route à *Tumbaco*), la rocade enregistre par sens près de 7 000 VLE au quotidien.

2.2.2.2 – Les réseaux principaux urbain et suburbain

En dehors des axes structurants (qui font également partie a fortiori du réseau principal mais avec une fonctionnalité supplémentaire), nous distinguons un ensemble de voiries dont le rôle est également important mais à une autre échelle, celle de la ville ou des paroisses suburbaines. Nous considérons comme voies principales celles qui correspondent aux critères suivants :

- elles portent le nom d'avenue et/ou
- ont un revêtement asphalté et/ou,
- comportent au moins 2 x 2 voies et/ou,
- permettent l'accès principal à un quartier urbain, à une bourgade suburbaine et/ou,
- se superposent à un couloir de transport en commun.

Le tableau 5 présente les boulevards sur lesquels sont recensés plus de 20 000 VLE par jour et par sens. La carte 21 renseigne quant à la localisation de ces axes. Les axes à plus forts trafics sont essentiellement nord – sud. Seule l'Avenue *Patria* orientée est – ouest connaît un trafic supérieur à 20 000 VLE par jour et par sens. Ceci fait ressortir une dynamique circulatoire à dominante longitudinale qui n'est pas surprenante compte tenu de la configuration de la ville.

AVENUE PRINCIPALE	ORIENTATION	PRES DE...(OU ENTRE)	VLE QUOTIDIENS
MARISCAL JOSE SUCRE	longitudinal	TUNELES DE SAN JUAN	35 364
10 DE AGOSTO	longitudinal	JUAN SANZ E IGNACIO SAN MARIA	32 342
PRENSA	longitudinal	LA Y	27 511
AMERICA	longitudinal	SAN GABRILELY MARIANA DE JESUS	26 997
ELOY ALFARO	longitudinal	GRANADOS (APROX. SUR)	24 104
AMAZONAS	longitudinal	COREA Y JUAN SANZ	23 778
SHYRIS	longitudinal	NN-UU Y SUECIA	23 269
PATRIA	latitudinal	AMAZONAS Y JUAN LEON MERA	27 584

Tableau 5 : Volumes de trafic sur les principaux boulevards urbains (parmi les plus chargés).
Ces valeurs reflètent la circulation quotidienne un jour ouvrable dans un seul des sens
(Sources : DMT, EMOP-Q, 2000 et 2001)

2.2.2.3 – Les réseaux secondaires urbain et suburbain

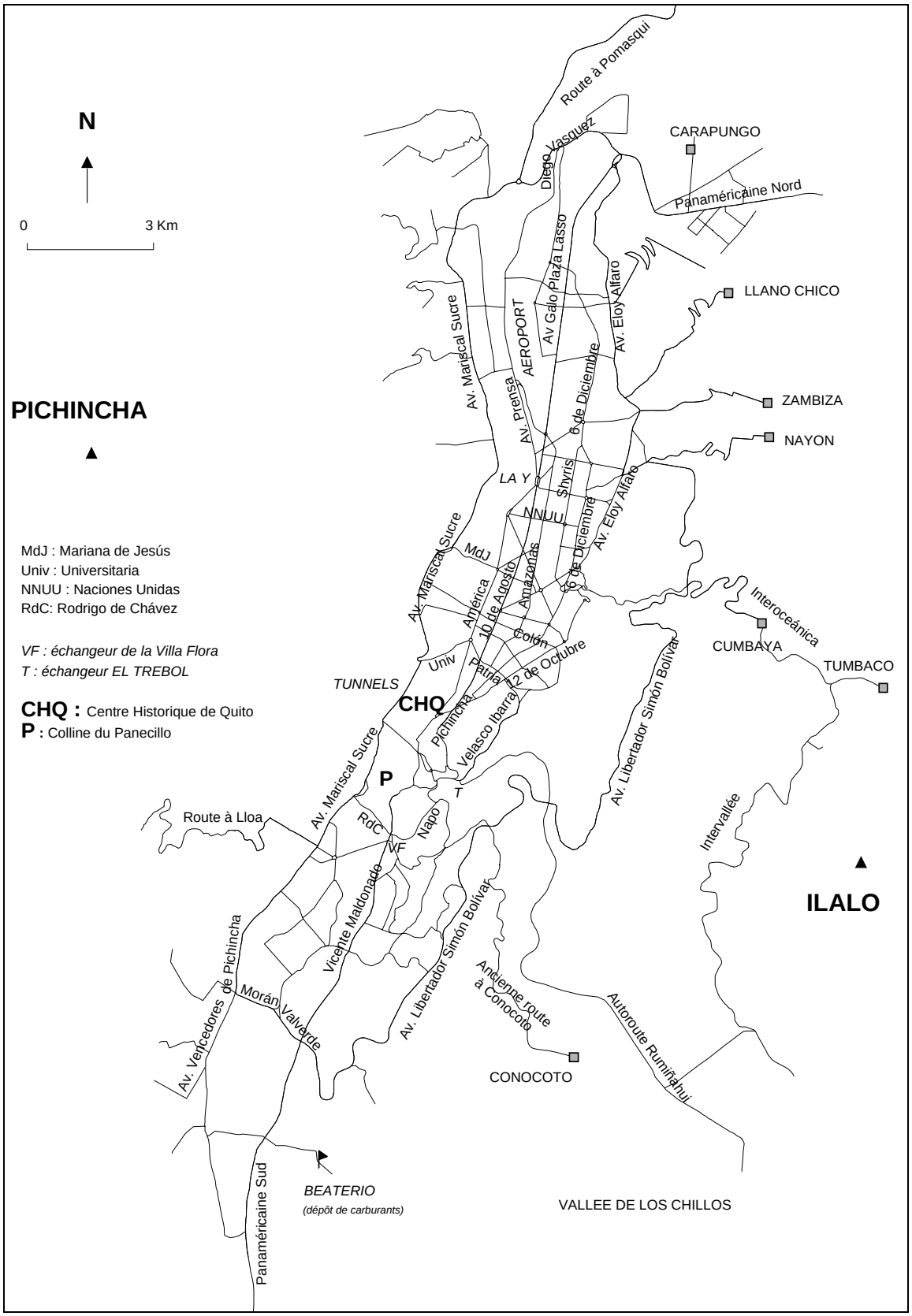
Il s'agit de l'ensemble de voies capillaires dont la fonctionnalité est essentiellement la desserte locale : rues, ruelles et venelles à l'intérieur des quartiers. La vitesse est y généralement limitée et ces voies ne sont pas toutes goudronnées.

En dehors des éléments linéaires (routes, rues, ruelles), un système routier comporte également d'autres infrastructures telles que des ponts, des tunnels.

2.2.3 – Les ouvrages d'art routiers : une répartition surtout concentrée dans la moitié nord de la ville, actuellement en phase de réaménagement

Ces ouvrages correspondent à un ensemble d'infrastructures qui ont été conçues pour améliorer les conditions de trafic, pour réduire les embouteillages et pour s'affranchir de certains obstacles orographiques et hydrographiques. Il s'agit d'ouvrages qui présentent une section aérienne, c'est-à-dire dotée d'un tablier suspendu : ponts, viaducs, structures permettant de franchir les passages surbaissés, bretelles suspendues des échangeurs routiers… Par commodité, nous appellerons l'ensemble de ces ouvrages des « ponts ».

Sur les 90 ponts que compte l'agglomération, 76 (soit 84 %) ont été construits avant 1990, 11 (soit 12 %) entre 1990 et 1996 et trois après cette date. La construction d'un échangeur initiée en décembre 2001 vient récemment d'être achevée dans le quartier de la *Villa Flora* (centre-sud de Quito, voir photos 5 et 6) et d'autres sont en cours de constructions (à l'intersection des avenues *Mariana de Jesús* et *América*, à l'intersection des avenues *Naciones Unidas* et *América*, voir photo 7).



Carte 21 : Nomenclature des rues principales de Quito et principaux points de repère



Photo 5 : Nouvel échangeur de la *Villa Flora.*
Inauguré en décembre 2003, sa construction a permis de résoudre le grave problème d'engorgement auquel était confronté le centre sud de Quito ***(Cliché : F. Demoraes, février 2004)***



Photo 6 : Nouvel échangeur de la *Villa Flora.*
Le passage surbaissé est réservé au trolleybus ***(Cliché : F. Demoraes, février 2004)***



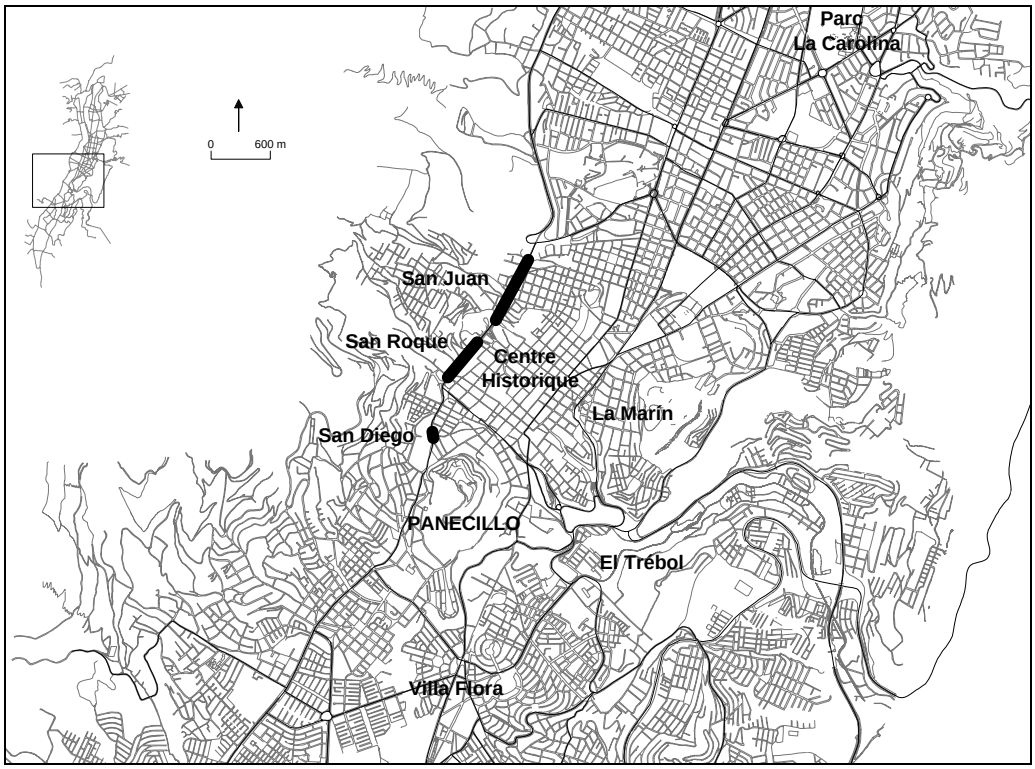
Photo 7 : Construction d'un échangeur à la jonction des avenues *América* et *Naciones Unidas*
(Cliché : F. Demoraes, février 2004)

La répartition spatiale de ces ouvrages fait ressortir un déséquilibre assez marqué au profit de la moitié nord de la ville de Quito qui rassemble 54 ouvrages (60 % du total). L'espace central abrite 41 infrastructures (46 %), les zones suburbaines 34 (38 %) et la moitié sud de Quito n'en possède que deux (voir carte 23). L'espace central est donc le mieux équipé pour faire face à l'afflux massif de véhicules chaque jour (il accueille en effet environ 50 % des déplacements quotidiens - cf. supra). Dans les secteurs périphériques suburbains, les ouvrages sont surtout des ponts permettant de franchir les nombreuses rivières, dont le lit peut parfois être profondément incisé (*Río Chiche*).

Certains critères permettent de penser qu'aujourd'hui le municipalité semble avoir surmonté la mauvaise passe de la fin des années 1990 qui avait conduit à une détérioration du réseau routier compte tenu du manque d'entretien et de l'augmentation de la pression circulatoire. En 2002, la mairie a pu bénéficier, par exemple, d'un crédit de 50 millions de dollars émanant de la Corporation Andine de l'Investissement[71] pour bâtir 17 nouveaux échangeurs routiers (dont cinq sont en cours de construction) censés résoudre l'engorgement du trafic de plus en plus problématique aux heures de pointe. D'autres chantiers majeurs sont en gestation. Deux tunnels vont être construits pour relier Quito à la vallée de *Tumbaco* par l'itinéraire de la *Interoceánica* fermée depuis mai 1998 suite à un effondrement. Ces ouvrages sont financés par le gouvernement national (12 millions de dollars). L'EMOP-Q supervise également un vaste programme de réfection des chaussées et a entamé l'élimination de certains carrefours giratoires[72] remplacés par des feux tricolores. Les transports et la voirie sont une des priorités de l'administration municipale actuelle.

[71] Corporación Andina de Fomento (CAF)
[72] Avenues Naciones Unidas et Shyris ou Avenues Eloy Alfaro et Granados

Quito compte également trois tunnels en enfilade situés en contre-haut du centre historique sur l'avenue *Mariscal Sucre* (carte 22). Ces tunnels ont été construit en 1978-79 et permettent de relier rapidement les espaces nord et sud de la ville entre eux.



Carte 22 : Localisation des trois tunnels (*San Juan, San Roque* et *San Diego*)

Outre les axes et ouvrages routiers, d'autres éléments matériels sont essentiels au fonctionnement des systèmes de transports en commun et individuel. Il s'agit des différents terminus de transport en commun, des ateliers de maintenance des opérateurs de transport, des parkings publics à étage, des stations services….

2.2.4 - Les équipements et installations conçus pour les transports en commun et individuel

A Quito, on ne compte pas de transport ferroviaire[73] ni de transport souterrain, type métro. Les transports fonctionnent à Quito grâce à un ensemble d'installations de surface, là encore inégalement réparties. Nous en présentons ci-après les principales qui jouent un rôle important au quotidien et qui peuvent également être considérées comme essentielles en période de crise (quatrième partie).

2.2.4.1 – Les installations spécifiques au transport en commun

Pour le transport en commun interprovincial de personnes, existe une grande gare routière (*Terminal Terrestre de Cumandá*). C'est de là que partent chaque jour plus d'une cinquantaine de compagnies d'autocars. Pendant les week-ends associés à des jours fériés, plus de 30 000 personnes convergent vers cette gare pour voyager. Cette dernière est construite en marge du Centre Historique Quito vers le sud-est (carte 23).

Quito comporte également des terminus de transport en commun intercantonal, interparoissial et urbain et des centres de correspondances qui permettent aux usagers de passer d'un mode à un autre. Terminus et centres de correspondances coïncident presque toujours. L'échangeur *El Trébol* (carte 23), par exemple est un nœud de connexion entre 4 lignes de transport interparoissial, 6 lignes intercantonales et 43 lignes urbaines. Ce nœud n'est pas associé à une construction particulière ; il se situe au niveau d'un échangeur routier « à l'air libre »[74], à partir duquel les connexions sont multiples. Qu'il s'agisse de l'échangeur *El Trébol*, de la *Plaza Argentina* ou du *Seminario Mayor* (carte 23), aucun de ces lieux ne correspond à une installation spécifique. Tous sont implantés directement sur la voirie publique. Il est en revanche prévu dans le schéma directeur des déplacements urbains (MDMQ-DMT, 2002) de construire des centres spécifiques abrités. Un centre de ce type est actuellement en construction dans le secteur de *La Marín* (photo 8).

De leur côté, les deux systèmes de transport en commun circulant en site propre (le trolleybus et la *Ecovía*) comportent aussi des installations spécifiques. En dehors de leur voie réservée et de leurs arrêts localisés tout au long de leur parcours (que nous développerons plus loin), ces systèmes comportent quelques grandes stations. Il s'agit de centres intermodaux qui permettent les connexions entre le trolley et le bus ou dans le cas de la *Ecovía*, les connexions entre le tronçon central et les lignes d'alimentation provenant des quartiers périphériques (cf. infra).

[73] Un train fonctionne encore bon an mal an plusieurs fois par semaine et transporte quelques centaines de passagers tout au plus. Sa vocation est essentiellement touristique, car il permet d'accéder au Parc du Cotopaxi au sud est de l'agglomération. En ce sens, il ne peut être considéré comme partie intégrante du système de transport quotidien de l'agglomération.

[74] Lorsqu'on s'y trouve, l'air paraît plutôt pollué…



Photo 8 : Construction d'un centre de correspondances à *La Marín*.
Ce centre conçu pour le transport en commun, situé en contrebas du centre historique, permettra d'améliorer les connexions entre le nord et le sud de la ville ***(Cliché : F. Demoraes, février 2004)***

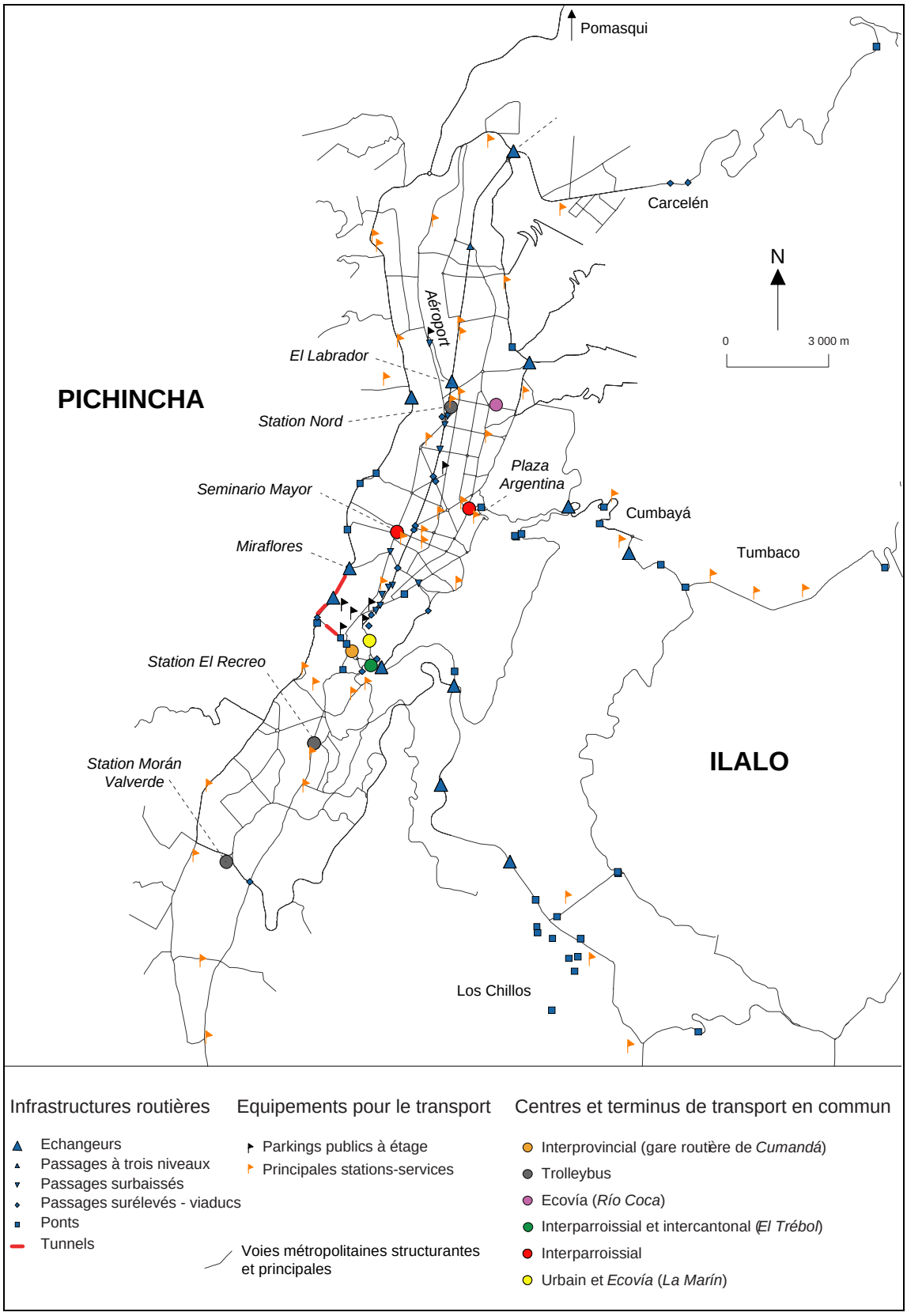
2.2.4.2 – Les principaux équipements associés à la circulation générale

Parmi les principaux équipements, notons les éléments suivants :

- les parkings publics à étage : la disponibilité de stationnements publics dans un lieu de destination conditionne très fortement l'usage du mode de transport individuel. Sur un total de sept parkings en silos, cinq se trouvent dans le centre historique (cf. carte 23), centralité urbaine associée aux institutions publiques, aux commerces, avec une capacité totale de 2 100 places[75]. L'existence de ces parkings dans le CHQ tient au fait qu'il n'existe guère de possibilités de stationner dans les venelles, d'autant que la mairie privilégie les déplacements piétons en élargissant les trottoirs. Dans les autres secteurs, en revanche, le stationnement des véhicules le long des trottoirs est une pratique largement répandue, mais pas toujours légale et souvent gênante.

- les stations-service : à Quito, ces dernières permettent le ravitaillement en carburants des automobiles, des camions mais aussi des unités de transport en commun (trolleybus excepté). Le trolleybus possède son propre circuit d'approvisionnement en diesel (pour le moteur d'appoint). En revanche, d'après les enquêtes que nous avons réalisées, aucun autre opérateur de transport en commun ne possède son propre dépôt de carburants. En cas de désapprovisionnement temporaire (comme cela s'est produit en 1987 lors du tremblement de terre), les bus urbains pourraient donc éprouver des difficultés pour maintenir leur service. Ceci renseigne sur une forme de vulnérabilité du transport par bus (troisième partie) par rapport au trolley qui fonctionne avant tout à l'énergie électrique. Les stations-service ne sont pas distribuées de manière équitable dans toute l'agglomération ; on observe une densité plus élevée au nord de la colline du *Panecillo* zone particulièrement demandeuse liée à l'hypercentralité. C'est également dans la moitié nord de la ville que le parc automobile est le plus important (voir infra).

[75] Il s'agit des parkings suivants : *El Tejar* (717 places), *Montúfar* (542), *Cadisán* (393), *San Blas* (373) et *Museo de la Ciudad* (44)



Carte 23 : Infrastructures routières et équipements pour le transport - Agglomération de Quito – 2001
(Sources : DNH, relevés personnels)

L'analyse préalable montre que le réseau routier a connu un accroissement exponentiel lié à l'étalement urbain amorcé dans les années 1920. En 80 ans, la longueur du réseau routier de la ville de Quito a été multipliée environ par 22. L'extension dans un premier temps a surtout concerné la ville stricto sensu avant de concerner les vallées suburbaines orientales rendue possible grâce à de lourds investissements routiers et à l'élévation du taux de motorisation des ménages. Ces deux phénomènes sont directement liés à la manne financière issue de l'exploitation du pétrole. Par ailleurs, à l'intérieur du réseau routier, les axes n'assurent pas tous le même rôle et n'enregistrent pas les mêmes niveaux de fréquentation. Trois catégories ont été individualisées : les axes structurants, les axes principaux et le réseau secondaire. Cette catégorisation nous fournit des pistes pour la hiérarchisation ultérieure permettant d'identifier les axes enjeux (deuxième partie). En ce qui concerne, la répartition des ouvrages d'art routiers (ponts, tunnels), ils sont surtout concentrés dans la moitié nord de la ville, actuellement en phase de réaménagement avec la construction de nombreux échangeurs prévus dans le schéma directeur. Quito compte également un ensemble d'installations de surface sur lesquelles repose le transport en commun de personnes ; il s'agit de la gare routière interurbaine (*Cumandá*) et des terminus de transport urbains, interparoissiaux et intercantonaux. La plupart est directement implantée sur la voirie publique « à l'air libre » et n'est pas associée à un bâtiment spécifique. De son côté, le trolleybus comporte trois grandes stations abritées de correspondances. Enfin, nous l'avons vu, la moitié nord de la ville concentre tous les parkings publics à étage et la majorité des stations-service. Ceci s'explique par sa très forte fréquentation diurne associée à sa position d'hypercentre.

Le dernier aspect qui nous reste à développer, après avoir étudié le cadre juridique et institutionnel et les caractéristiques de l'appareil circulatoire, est le système d'offre de transport proprement dit. Ce système rend possibles les déplacements nécessaires au fonctionnement de la ville. Quels sont les différents moyens de transport de personnes existants dans le DMQ ? Quelle est la demande journalière par mode ? Quelles sont les principales différences d'un mode à l'autre ? Quelles sont les configurations des différents réseaux de transport en commun ? Quelles ont été les principales évolutions de l'offre et quelles en sont les caractéristiques actuelles ?

2.3 – Le système de transport (véhicules, réseau) : particularités, fonctionnement, utilisation et évolutions

2.3.1 – Près de deux millions de déplacements quotidiens en transport en commun, tous types confondus

2.3.1.1 – Les différents modes de transport en commun : une prépondérance des déplacements en bus urbains

L'offre de transport en commun dans le DMQ repose sur la circulation de quelque 4 350 véhicules (bus, minibus, unités du trolley) gérés par différents types d'opérateurs et qui transportent quotidiennement près de 2 millions de personnes[76] comme l'indique le tableau suivant.

Type de transport	Nombre d'opérateurs	Type d'opérateurs	Nombre d'unités de transport circulant	Pourcentage d'unités / total	Nombre de passagers transportés par jour	Pourcentage de passagers transportés / total	Nombre de lignes
urbain	55	privés	2339	53,7	1 463 100	76,4	146
interparoissial	29	privés	675	15,5	158 000	8,2	52
scolaire, institutionnel	47	privés	1 124	25,8	48 200	2,5	-
urbain intégré (ligne d'alimentation)	-	privés	97	2,2	63 000	3,3	15
Trolley	1	public (UOST)	76	1,7	210 000	11,0	1
Ecovía	1	public (UOST)	20	0,5	30 000	1,6	1
municipal	1	public (EMT)	25	0,6	6 700	0,3	4
			4 356		**1 916 000**		

Tableau 6 : Caractéristiques générales de l'offre de transport en commun et de l'utilisation de cette offre dans le DMQ en 2001.
(Sources : DMT, EMSAT, UOST, EMT)

La flotte d'autobus du secteur privé représente 95 % du total des unités en circulation (4 235 véhicules) et satisfait 84,3 % de la demande (1 732 000 passagers transportés). De son côté, le trolleybus, avec seulement 1,7 % du total des véhicules, transporte près de 11 % de la demande journalière. Ceci est en partie dû au fait que les voitures du trolleybus ont une capacité de 180 passagers, contre 50 pour les bus conventionnels. Inversement, le transport scolaire et institutionnel (transport exclusif payé respectivement par les établissements éducatifs et par les entreprises ou autres employeurs) avec 26 % du total des véhicules (1 124 véhicules) ne transporte que 2,5 % de la demande (48 200 passagers), compte tenu de l'utilisation massive de minibus ne pouvant pas transporter plus 15 personnes en général.

[76] Ceci étant, ces valeurs sont sous-estimées car elles ne tiennent pas compte du transport intercantonal, ni du transport informel dans des bus et camionnettes non régularisés par l'EMSAT, essentiellement en bout de parcours des lignes conventionnelles dans les quartiers marginaux ou difficilement accessibles.

2.3.1.2 – Un déplacement en bus par jour et par habitant

D'après les estimations de l'Unité Municipale d'Etudes de Transport de 1990, au début de la décennie, les bus transportaient environ 1,3 million personnes au quotidien, alors que la population du district était de 1 336 250 habitants (INEC, 1990). En 2001, la population était de 1 841 200 (INEC, 2001), ce qui signifie que l'indice de mobilité en transport en commun a très légèrement augmenté en l'espace de 10 ans, passant de 1,03 trajet par habitant et par jour en 1990 contre 1,07 en 2001. En revanche, compte tenu de l'accroissement spectaculaire du parc automobile ayant presque doublé entre 1990 et 2001 passant de 107 330 à 196 936 véhicules[77] (voir infra), on peut supposer que l'indice de mobilité en transport automobile a fortement augmenté dans le même laps de temps. Ceci étant, d'après les services techniques de la mairie, plus de 80 % des déplacements motorisés sont encore réalisés aujourd'hui en transport en commun, ce qui met en avant l'importance indéniable qu'assure toujours ce moyen de locomotion dans le fonctionnement quotidien du District Métropolitain de Quito.

Comme l'indique le tableau 6, la mobilité repose donc sur différents types d'opérateurs de transport en commun. D'autre part, Quito est caractérisée à l'instar de très nombreuses villes d'Amérique Latine, par une véritable atomisation de l'offre du transport en commun aux mains d'opérateurs privés pour l'essentiel.

2.3.2 – Le système d'offre privée du transport en commun public

Le transport en commun public se définit comme un transport réalisé collectivement et accessible à tous, c'est-à-dire non-exclusif. Nous analysons tout d'abord dans cette section les acteurs privés qui fournissent un service de transport en commun public. Ce système est appelé à Quito « système conventionnel privé de transport en commun » en opposition au « système intégré municipal » que nous développerons plus loin.

2.3.2.1 – Un système caractérisé par une atomisation de l'offre associée à un fonctionnement encore largement artisanal, peu performant et dangereux

J.-M. CUSSET (1993), dans une synthèse comparative sur les systèmes de transport en commun dans les pays du sud, note : « Si le concept de service public n'est pas étranger aux pays latino-américains, le rôle de l'Etat et du secteur public n'est cependant pas prépondérant dans l'offre de transport collectif. Historiquement, le service public a été concédé à des monopoles privés dans les années vingt ou trente, où des entreprises de tramways à base de capitaux étrangers exploitaient des réseaux dans la plupart des capitales. Très tôt a dominé un service de transport public multiconcédé au secteur privé… ». Le système d'offre de transport en commun à Quito n'est pas en marge d'une telle évolution latino-américaine, avec initialement l'existence d'un tramway[78] mis en place en 1914 et abandonné en 1948 à cause de la concurrence féroce que lui livraient les coopératives de bus naissantes. Ces dernières s'adaptaient beaucoup plus facilement à l'étalement toujours plus accru de la ville et

[77] Office Provincial de Transit de Pichincha, 2001 (JPTP)
[78] Il partait de la gare ferroviaire, située dans le centre sud de Quito dans le quartier de Chimbacalle, traversait le centre historique et arrivait à l'Avenue Colón, dans le centre nord, voir notamment SALVADOR LARA J., 1992

permettaient de desservir les quartiers périphériques excentrés par rapport à la ligne du tramway. Est née ainsi l'organisation en coopératives artisanales de transports, qui en dépit des tentatives municipales pour impulser son changement, tarde à être remplacée complètement par un système entreprenarial performant (voir infra).

Une répartition inégale des flottes entre opérateurs : beaucoup de petits et quelques grands

En 2001, les opérateurs privés de transport en commun urbain et interparoissial sont respectivement au nombre de 55 et 29. La moitié des opérateurs de transport urbain possède une flotte inférieure à 35 bus. Cette même moitié possède moins d'un quart du total des bus urbains, ce qui fait ressortir une inégale répartition des bus entre les opérateurs avec un nombre important d'opérateurs ayant des flottes minimes (20 % ont des flottes inférieures à 20 unités) et quelques grands opérateurs (17 % des opérateurs possèdent des flottes supérieures à 70 unités et concentrent 36 % de la flotte totale). Deux opérateurs (*Paquisha* et *Catar*) gèrent 106 et 196 unités respectivement. Le panorama est sensiblement le même en ce qui concerne le transport interparoissial. En 2001, la moitié des opérateurs possède une flotte inférieure à 18 bus. Cette même moitié ne possède qu'un cinquième du total des bus, ce qui fait ressortir une inégale répartition des bus encore plus marquée entre les opérateurs avec un nombre important d'opérateurs ayant des flottes minimes (31 % ont des flottes inférieures à 12 unités) et quelques grands opérateurs (12 % des opérateurs possèdent des flottes supérieures à 40 unités et concentrent 34 % de la flotte totale).

Le problème de la permanence des coopératives de transport « artisanales »

Deux statuts juridiques distinguent les opérateurs de transport à Quito. Certains sont constitués en coopératives, d'autres en compagnies (entreprises). Cette différence a une implication directe en matière de qualité de service proposé et explique la très vive concurrence que se livrent les nombreux opérateurs entre eux, comme nous le montrons ci-après.

Les différences entre les deux statuts juridiques sont multiples. Les coopératives sont formées par au moins onze personnes naturelles ou juridiques. Le capital est constitué d'apports de chaque membre, de versements de cotisations et d'amendes, de biens meubles et immeubles que peut acquérir la coopérative. Les quotes-parts des membres associés sont indivisibles et d'un montant égal. Chaque membre ne peut apporter au maximum qu'un seul bus, mais deux personnes ou plus peuvent se regrouper et fournir un véhicule. Dans aucune coopérative, les membres ne peuvent posséder plus d'un seul véhicule, quand bien même fussent-ils au nom d'une tierce personne (dans la pratique cette clause est rarement respectée car difficilement vérifiable). Dans toutes les coopératives, les membres associés doivent être chauffeur professionnel et conduire eux-mêmes leur véhicule. Cependant, compte tenu de la durée des journées de travail pouvant atteindre 13 à 14 heures, les membres associés ont le « droit » de confier la conduite de leur véhicule à un chauffeur assistant qui les remplace aussi en cas de maladie et lors des journées de repos. Dans la pratique, les propriétaires de bus conduisent très rarement. De leur côté, les compagnies de transport relèvent davantage du mode de fonctionnement caractéristique des entreprises constituées d'actionnaires. Les compagnies possèdent donc un capital et sont propriétaires de la flotte de bus. En ce sens, les véhicules n'appartiennent pas directement à un sociétaire. C'est l'entreprise qui les acquiert directement.

En 2001, la moitié des opérateurs de transports urbains est encore organisée sous forme de coopératives et gère près de la moitié de la flotte (MDMQ-DMT, 2002). L'autre moitié est constituée en compagnies. De leur côté, les coopératives interparoissiales demeurent en 2001 majoritaires en nombre et gèrent 73 % de la flotte affectée à ce service. La permanence des coopératives artisanales couplée à l'atomisation de l'offre est à l'origine d'un ensemble d'externalités néfastes. Parmi celles-ci, notons la compétition virulente et les courses effrénées entre les chauffeurs d'une même coopérative, entre coopératives ou entre coopératives et compagnies. En effet, dans les coopératives, les chauffeurs assistants sont payés à la tâche et doivent remettre une somme forfaitaire fixe au propriétaire du bus par journée ouvrée. En d'autres termes, plus les chauffeurs des coopératives prennent des passagers, plus leurs bénéfices sont conséquents. Ceci implique une conduite particulièrement irresponsable avec des doublements sauvages et des queues de poissons intempestives, à l'origine d'une grave pollution atmosphérique et sonore (voir photos 9, 10 et figure 5), d'un nombre élevé d'accidents et d'un manque probant de sécurité pour les usagers. Ces derniers doivent souvent monter et descendre du bus en plein vol, le chauffeur ne marquant pas l'arrêt, de peur d'être doublé par un autre bus. D'une manière générale, cette attitude inconsciente et dangereuse est beaucoup plus réduite parmi les chauffeurs des opérateurs constitués en compagnies, dans la mesure où ces derniers sont salariés. Leurs revenus ne fluctuent donc pas au gré des journées comme c'est le cas pour leurs confrères des coopératives.



Photo 9 : Descente de passagers au milieu de la chaussée lors d'une course entre bus sur l'avenue América
(Cliché : F. Demoraes, juillet 2000)



Photo 10 : Emanation de gaz d'échappement opaques provenant d'un bus
(Cliché : F. Demoraes, juillet 2000)

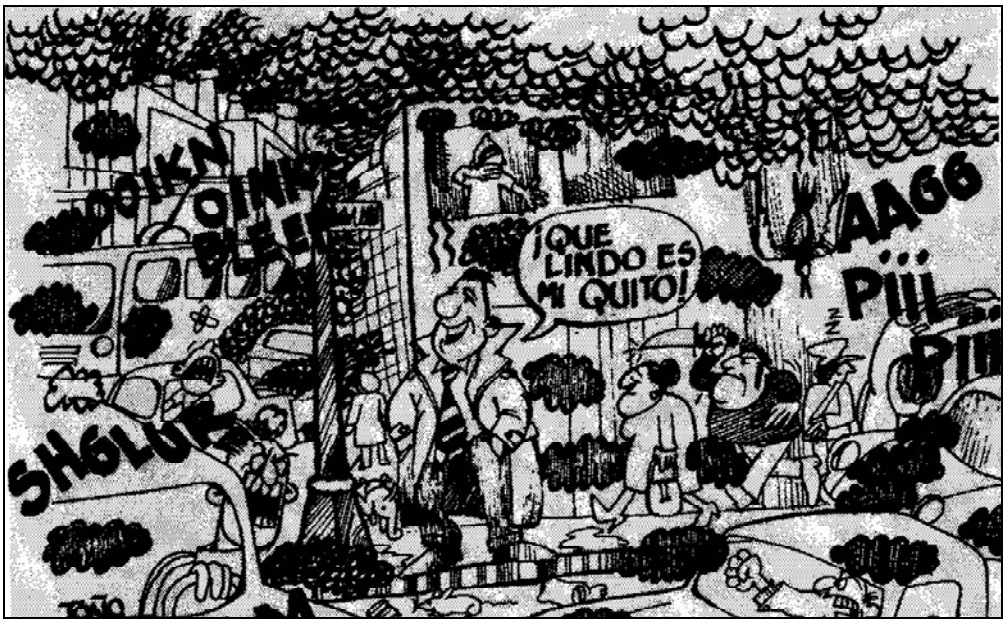


Figure 5 : Quelle est belle ma ville de Quito !
Dessin humoristique faisant allusion à la forte pollution liée aux émanations de gaz d'échappement et au chaos circulatoire ***(Quotidien El Hoy 07/07/2001)***

2.3.2.2 – Regroupement et professionnalisation des opérateurs : une politique impulsée par la municipalité dans le but d'améliorer la qualité du transport

Au cours des huit dernières années, pour remédier à cette prestation de service artisanale déficiente et périlleuse perdurant depuis les années cinquante, les instances municipales en charge du transport ont stimulé d'un part la conversion des coopératives en compagnies et d'autre part le regroupement des opérateurs en entreprises plus grandes dotées d'une assise financière solide, capables d'assurer le service sur un vaste secteur urbain. La municipalité y parvient progressivement, non sans mal, par le biais de la concession de l'opération sur certains corridors. Par exemple, en 2000, la municipalité a initié un processus novateur[79] qui vise à attribuer la prestation de l'opération de la *Ecovía*, axe de transport en commun en site propre (cf infra), construit sur l'Avenue *6 de Diciembre*, à l'entreprise TRANASOC qui concentre l'ensemble des coopératives et compagnies qui circulaient initialement sur cet axe. Dans le domaine du transport interparoissial, la tendance est la même. Sur le corridor périphérique Quito – *El Quinche*, on a assisté en 2002 à un regroupement de quatre coopératives interparoissiales[80] qui forment désormais l'entreprise SOTRANOR. Enfin, parmi les autres mesures coercitives prises par la mairie, notons qu'à terme, l'EMSAT n'attribuera plus de permis d'opération aux coopératives. Cette évolution aussi bien qualitative que quantitative du système d'offre de transport répond à une volonté d'améliorer le service impulsé par le système tutélaire municipal. Certains indicateurs semblent indiquer quelques progrès. Par exemple, la proportion de compagnies de transport urbain n'a cessé d'augmenter puisqu'elles occupent 50 % des opérateurs aujourd'hui contre 26 % en 1996 (NUÑEZ H., 1997). D'autre part, grâce à différentes mesures municipales comme le gel de l'accroissement du parc et le retrait obligatoire de près de 550 unités qui avaient plus de 20 ans en 1996, le parc s'est beaucoup rajeuni ; les véhicules ont aujourd'hui 9 ans en moyenne contre 18 ans en

[79] mais particulièrement laborieux compte tenu de l'inertie et de la méfiance des opérateurs.
[80] Coopératives *Yaruquí, Tumbaco, Pifo* et *Puembo*

1991 (EMT, 1991) ce qui place Quito dans une situation intermédiaire au niveau latino-Américain où la situation semble la plus critique dans l'agglomération de Lima (tableau 7). L'âge moyen des véhicules affectés au transport en commun de personnes y est en effet de 17 ans. A Quito, 40 % du parc a moins de 5 ans et 11 % plus de 15 ans. Quito ne connaît pas véritablement de problèmes de suroffre de transport en commun en dehors des heures creuses, comme c'est le cas à Bogotá et Lima où le nombre de bus pour 1000 habitants est supérieur à 3,5.

Agglomération	Age moyen du parc du transport public (années)	Nombres d'unités	Nombre de bus par 1000 hab.
Sao Paulo	3,5	-	0,63
Curitiba	3,5	1 570	0,73
Santiago	4	7 500	1,7
Quito	9	3 232*	1,75
Bogotá	14	21 500	3,66
Lima	17	61 037	7,63

Tableau 7 : Âges des flottes (bus, minibus) affectées au transport en commun dans différentes agglomérations latino-américaines
(* : sans les transports scolaire et institutionnel)
(Sources : FONAM, CONPES, EMSAT – 2001)

2.3.2.3 – Différents services à différents tarifs longtemps fixés pour l'ensemble des villes de l'Equateur, quelque soit leur taille !

Jusqu'en 2002, deux services de bus[81] étaient proposées : (1) le service « populaire », meilleur marché (18 centimes de dollars) offert par des bus généralement vétustes (plus de 10 ans d'âge) et (2) le service « spécial », plus cher (25 centimes) dans des bus plus récents. Pendant longtemps, en Equateur a été pratiquée une politique assez particulière qui consistait à fixer au niveau national le prix du transport en commun urbain, quelque soit la taille de la ville et l'extension des réseaux ! Ceci a eu comme conséquence, lorsque les tarifs fixés étaient particulièrement bas, un désintérêt du secteur privé dans la participation à l'offre de transport, faute de rentabilité suffisante. D'un autre côté, les tarifs pratiqués sont étroitement indexés sur le prix des combustibles qui ne cessent d'augmenter depuis 1999, à l'origine de nombreux soulèvements de populations autochtones, nous y reviendrons. Ceci étant, avec la dévaluation de l'ancienne monnaie *El Sucre* remplacée depuis 2001 par le dollar étasunien et avec l'inflation qui a suivi, entraînant une élévation notable du coût de la vie, les prix du transport quant à eux, après avoir baissé, sont aujourd'hui revenus à ceux en vigueur en 1997, relativement bas dans le contexte latino-américain.

2.3.2.4 – L'absence d'arrêts fixes, source d'insécurité pour les passagers et de pollution

Comme dans de nombreuses villes du sud, les chauffeurs de bus ne marquent pas d'arrêt en des points déterminés, c'est-à-dire qu'ils immobilisent leur véhicule aux endroits où les piétons manifestent l'envie de prendre le bus (signe de la main) et aux endroits qui conviennent le mieux aux passagers voulant descendre du bus, de telle sorte que ces derniers n'aient qu'une distance minimale à parcourir à pied vers leur lieu de destination. Cette pratique, qui paraît certes très commode pour l'usager, n'en présente pas moins de multiples

[81] Les types de service ont fréquemment changé ; jusqu'en 2000, trois services à coût variable étaient encore proposés : populaire (popular), intermédiaire (selectivo) et supérieur (ejecutivo)

inconvénients ; la sécurité des usagers n'est pas assurée, la conduite saccadée des véhicules rend particulièrement dangereuse la circulation automobile, augmente la consommation en carburants, la pollution, les nuisances sonores, sans compter que les vitesses commerciales sont faibles et les trajets particulièrement longs. C'est pourquoi, l'EMSAT a entrepris en 2001 un projet de construction d'abribus tout d'abord le long des avenues principales (*Amazonas*, *Shyris*) qui doit s'étendre progressivement à l'ensemble de la ville. Si l'existence de ces équipements est une condition nécessaire pour que les chauffeurs et les usagers respectent les arrêts fixes, elle n'est en aucun cas une condition suffisante. Ce thème particulièrement épineux ne trouvera pas de solution tant que les citadins n'auront pas pris conscience des enjeux qui en découlent aussi bien pour leur sécurité personnelle que pour la qualité de vie urbaine en général.

2.3.2.5 – L'évolution récente de la flotte : des bus à plus grande capacité

Une des particularités de Quito, est que pendant longtemps, sur décret du Conseil National de Transit (CNT), tous les passagers devaient voyager assis[82], sauf dans les bus « populaires ». Depuis 2002, l'EMSAT a pris la résolution de continuer d'appliquer cette règle pour des questions de commodité dans les bus classiques « populaires » et « spéciaux », c'est-à-dire ceux qui sont construits avant 2001 sur un châssis de camion et équipés de 40 à 50 sièges et d'une allée centrale étroite. En revanche, cette règle est abolie pour les nouveaux bus « écologiques »[83], dits « bus type », spécialement conçus pour le transport de personnes avec un châssis beaucoup plus bas permettant un accès plus facile aux usagers et proposant plus de places debout. Depuis 2002, les anciens bus « populaires » et « spéciaux » sont remplacés progressivement par les « bus type » uniformisés pouvant transporter jusqu'à 90 personnes et dans lesquels le prix d'un trajet est également de 25 centimes de dollars.

Dans l'absolu, l'adoption progressive de ces véhicules permet de transporter un nombre supérieur de personnes en utilisant un nombre inférieur d'unités ce qui se traduit en bénéfices pour le système territorial métropolitain compte tenu de la réduction de la pollution et des embouteillages. De leur côté, les entreprises de transport y trouvent également leur compte dans la mesure où les coûts d'opération sont diminués (plus de passagers par unité en circulation) et dans la mesure où étant uniformisés, les opérateurs réduisent le coût d'entretien de leurs véhicules. Ainsi, cette évolution qualitative du système d'offre de transport à l'initiative de la mairie, poursuit un triple objectif : améliorer la qualité du service (confort, sécurité), réduire les émanations de gaz toxiques et fluidifier le trafic (en diminuant progressivement la flotte de bus)[84].

2.3.2.6 – Le réseau de transport en commun : un agencement des lignes de bus essentiellement nord-sud dans la ville et le long des axes centre-périphérie

Le réseau de transport en commun officiel comporte 146 lignes de bus urbains, 52 lignes interparoissiales et une douzaine de lignes intercantonales, les opérateurs assurant le service

[82] Ceci dit, cette mesure était loin d'être toujours respectée notamment aux heures de pointe et dans les quartiers périphériques.
[83] Equipés d'un moteur respectant la norme Euro II
[84] Les bus sont souvent considérés par les automobilistes comme responsables des problèmes de trafic, alors que les bus ne représentent que 2% du parc motorisé ! Ceci étant, leur conduite « sportive » et irrespectueuse vis-à-vis du code de la route permet de comprendre en partie l'énervement des automobilistes, dont la conduite n'est pas toujours irréprochable non plus.

sur plusieurs itinéraires. L'organisation du réseau urbain est essentiellement nord - sud compte tenu de la configuration longitudinale de la ville (cf. carte 24). Les principaux axes de circulation du transport en commun urbain sont les suivants : Avenues *Galo Plaza Lasso*, *Prensa*, *América*, *Mariscal Sucre*, *Amazonas*, *Shyris*, *12 de Octubre*, *Pichincha*, *Napo* et *Maldonado*). Peu de couloirs de transport en commun ont une orientation transversale est – ouest. Il s'agit des avenues *Naciones Unidas*, *Colón*, *Patria*, *Rodrigo de Chávez* et *Morán Valverde*. Toutes ces artères comptent une densité de lignes de bus supérieure à 20 lignes (aller/retour)[85].

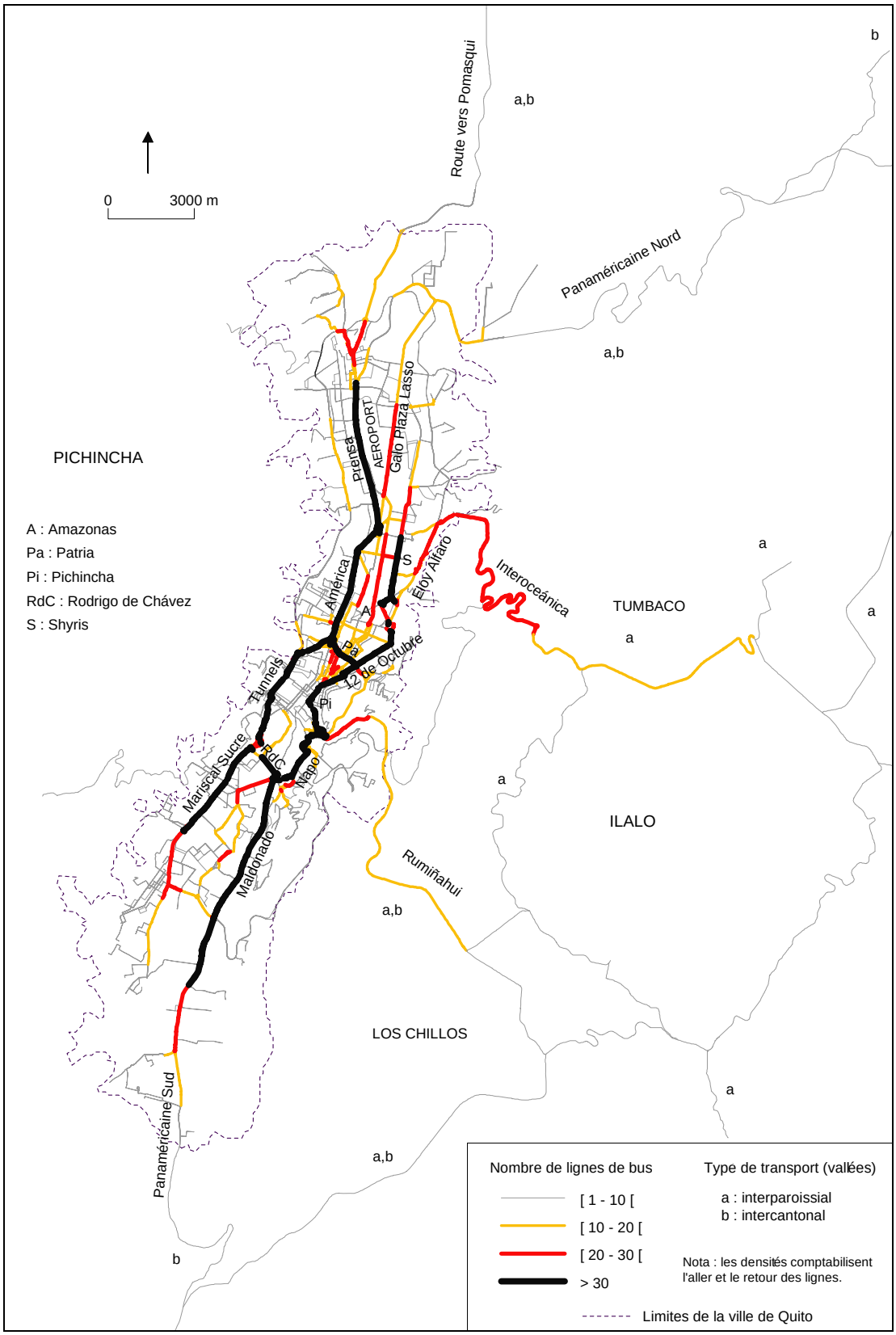
A ce réseau urbain, viennent se superposer le réseau interparoissial qui recouvre partiellement le premier sur certains couloirs (*Prensa*, *Galo Plaza Lasso*, *América*, *Patria*, *Gran Colombia*, *Eloy Alfaro*) et le réseau intercantonal. Les lignes intercantonales en provenance de *Los Chillos* montent par l'autoroute *Rumiñahui* et s'arrêtent à l'échangeur *El Trébol*. Celles assurant la liaison par le sud avec *Machachi* arrivent à la gare routière par l'Avenue *Maldonado*. Celle en provenance de *Cayambe* pénètre dans la ville par l'Avenue *Mariscal Sucre* au Nord jusqu à son terminus dans le centre nord. En revanche, en dehors du corridor entre Quito et *El Quinche*, dont le réseau de transport interparoissial a été tracé par F. BONDOUX et F. DEMORAES (2002), nous ne connaissons pas dans le détail le parcours des lignes interparoissiales et intercantonales dans les autres parties suburbaines. Nous n'avons donc représenté que les axes collecteurs vers lesquels convergent les bus après avoir assuré la desserte dans les hameaux et bourgades plus reculés.

La superposition d'un grand nombre de lignes assurées par des opérateurs différents relevant de systèmes à échelles emboîtées, explique également en partie les compétitions, préalablement décrites, que se livrent les chauffeurs[86]. La pénétration des lignes extra-urbaines à l'intérieur de la ville contribue à accroître la surcharge de trafic et la pollution. Pour résoudre ce problème, il est prévu dans le schéma directeur (MDMQ-DMT, 2002) d'instaurer à court terme un ensemble de centres aux portes de la ville qui permettra les correspondances d'un système à un autre. Le réseau est extrêmement évolutif et son schéma actuel est temporaire. En effet, les parcours des bus sont sujets à des changements extrêmement fréquents. L'actualisation et la diffusion auprès des usagers des lignes n'est d'ailleurs prise en charge que très partiellement par l'EMSAT. En dehors des quelques informations disponibles sur le site Internet de l'EMSAT[87], aucun plan papier des lignes n'est diffusé ce qui rend l'utilisation du réseau très hasardeuse pour les personnes ne le connaissant pas, y compris pour les habitants de Quito lorsqu'ils sont amenés à se déplacer dans des secteurs qu'ils n'ont pas l'habitude de fréquenter. C'est dans le cadre du programme « Système d'Informations et Risques dans le District Métropolitain de Quito » que nous avons entrepris la lourde tâche de rassembler, compléter, corriger, actualiser et géoréférencer ces itinéraires. Nous estimons que plus de 95 % des lignes officielles urbaines ont ainsi pu être digitalisées. La représentation cartographique du réseau de transport en commun hiérarchisé en fonction des densités de lignes de bus est novateur à Quito et a d'ailleurs été intégrée dans le schéma directeur des déplacements urbains de 2002.

[85] Sur une section routière par laquelle 5 lignes circulent aussi bien à l'aller qu'au retour, la densité calculée est donc de 10 lignes AR. Mais les parcours de bus peuvent différer à l'aller et au retour. Pour connaître le nombre de lignes, nous avons donc procédé à une géo-agrégation des trajets allers et retours sur les tronçons routiers dans le SIG *Savane*.

[86] Car si les bus interparoissiaux et intercantonaux ne sont pas autorisés à effectuer un service urbain, nombre de personnes utilisent malgré tout ces bus pour des trajets urbains.

[87] Donc loin d'être accessibles à tous à Quito !



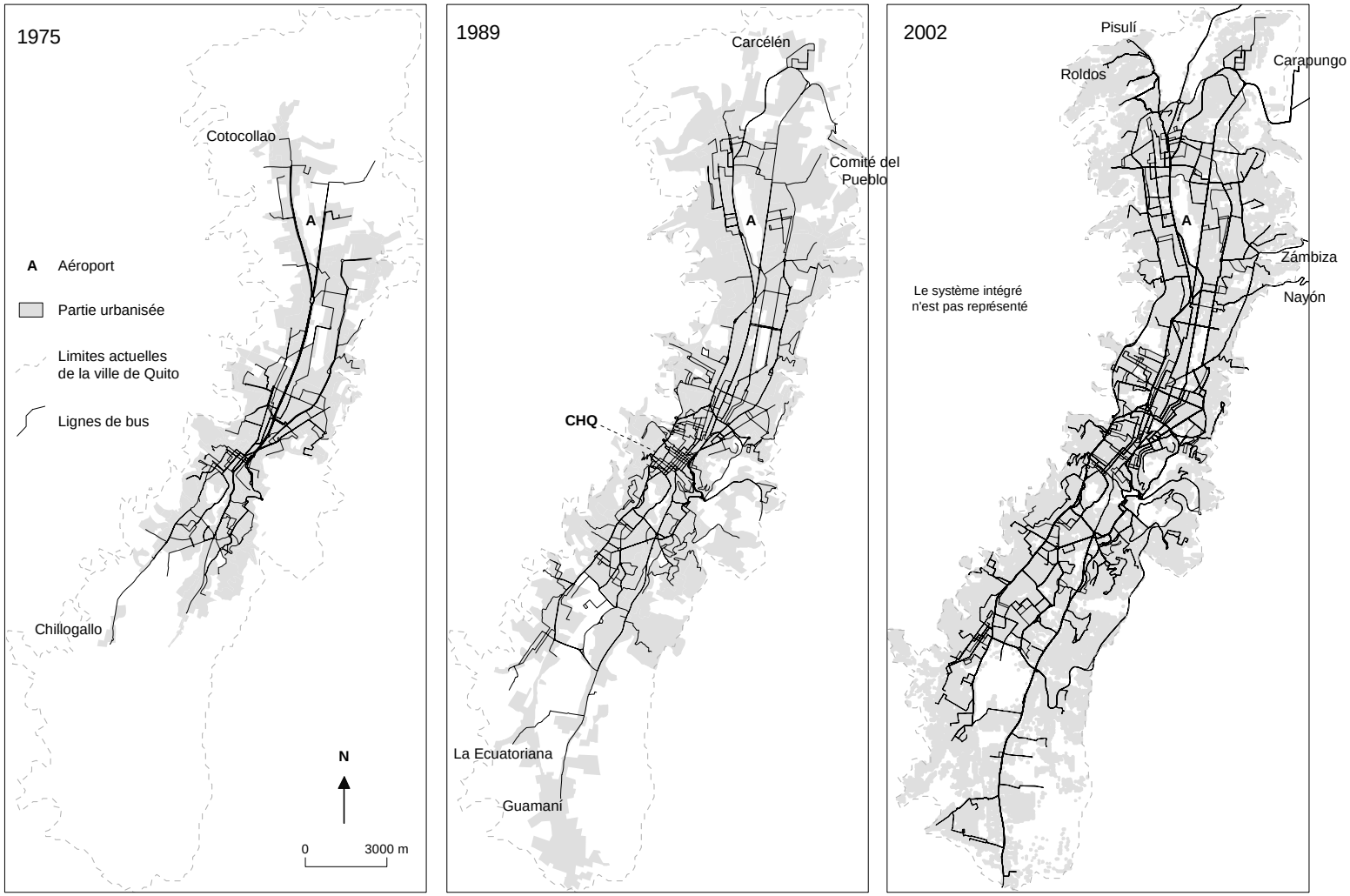
Carte 24 : Densité de lignes de bus urbaines, interparoissiales et intercantonales
Agglomération de Quito – 2001
(Sources : EMSAT, DMT)

2.3.2.7 – Processus d'urbanisation et étalement corollaire du réseau de transport en commun

L'étalement du réseau de transport en commun officiel par bus a accompagné les processus d'urbanisation qu'a connus la ville de Quito au cours du XXe siècle, notamment après la fermeture du tramway en 1948, mais toujours avec un léger retard. D'une manière générale, les nouveaux quartiers sont rarement desservis immédiatement par le système de transport officiel. Dans un premier temps, qui peut durer plusieurs années, l'essentiel de la mobilité est assurée dans les quartiers excentrés par un système de transport informel qui assure la connexion avec le système légal. L'intégration des quartiers périphériques au système territorial urbain central est conditionnée par le support physique. En effet, dans les nouveaux quartiers, les premières années il est assez fréquent que le système de voirie soit rudimentaire ce qui limite l'accès des bus.

En 1975, le réseau[88] s'étalait entre *Cotocollao* au nord jusqu'à *Chillogallo* au sud (cf carte 25). Entre 1975 et 1989, le réseau s'est développé largement dans le sud intégrant les extensions de *Guamaní* et *La Ecuatoriana* (CIUDAD, ACJ, 1992). En 1989, au nord, le réseau[89] encercle l'aéroport et s'étend jusqu'aux nouveaux lotissements *Carcelén* et *Comité del Pueblo*. Entre 1989 et 2002, l'étalement du réseau a continué sa progression jusqu'à l'extrême sud de la ville et au nord jusqu'aux quartiers *Pisulí* et *Roldos*. Dans le même laps de temps, le réseau s'est élargi transversalement en utilisant les nouveaux axes routiers construits (rocade). Certaines cités-lisières, bien que situées en dehors de la limite de la ville, ont également été raccordées au réseau urbain. Il s'agit de *Carapungo*, *Zámbiza* et *Nayón*, faisant partie intégrante du territoire de mobilité de Quito. Enfin, depuis 2001, les lignes de bus circulant initialement au cœur du centre historique ont toutes été déplacées vers son pourtour, afin d'y favoriser la marche à pied, d'y réduire les embouteillages et la pollution. Ceci dit, cette mesure n'a fait qu'empirer l'engorgement des voies extérieures au centre, qui étaient déjà saturées.

[88] La représentation de ce réseau est schématique et non exhaustive. Elle est issue du document IRT-FLACSO, 1982.
[89] Là encore le tracé des lignes dessiné en 1989 par le Conseil Provincial de Transit est incomplet.



Carte 25 : Evolution du réseau urbain de transport en commun officiel par bus dans la ville de Quito (1975 - 2002)
(Sources : JPTP, CPTP, EMSAT, IRD)

2.3.2.8 – Onze kilomètres : distance moyenne d'un trajet en ville effectué en bus par un usager

En moyenne tous motifs confondus, un usager parcourt en bus approximativement 10,6 km. par trajet dans la ville de Quito. Nous avons estimé grossièrement cette distance à partir des déplacements réalisés en bus assurant un service urbain uniquement, étant exclus les déplacements interparroissiaux[90], les déplacements scolaires[91] et les déplacements en trolley. Un trajet est entendu ici comme un parcours réalisé par une personne pour différents motifs, par le biais d'un ou plusieurs bus urbains (dans ce dernier cas, il y a une correspondance) pour se rendre d'un point A à un point B (A et B étant différents), ce qui équivaut à un trajet aller. Ce calcul est issu des données collectées lors de l'enquête Origine Destination de 1998. Une première distance à vol d'oiseau (distance euclidienne) a été calculée dans le SIG *Savane* entre les centroïdes des zones de référence de chacun des couples OD observés. Nous considérons de manière simplifiée que le point de départ des trajets est situé au niveau du centroïde de la zone. En d'autres termes, nous considérons que les bus passent par le centroïde des secteurs de référence. Cela se vérifie parfois, mais le plus souvent ce n'est pas le cas (les bus passent à 200 ou 300 m du centroïde tout au plus). Ceci constitue une limite de la méthode. Les zones de référence sont toutefois peu étendues[92], ce qui n'implique donc pas une très grande erreur.

Un coefficient multiplicateur a été affecté à ces premières distances euclidiennes pour estimer les distances réelles parcourues en bus (distances topologiques ou de Manhattan). Le coefficient multiplicateur vaut 1,7, c'est-à-dire que les distances topologiques sont 70 % supérieures aux distances euclidiennes compte tenu du cheminement des bus au sein de la ville (sinuosité de leur parcours). Ce coefficient a été calculé en comparant les distances topologiques de 77 lignes de bus urbains[93] et les distances euclidiennes entre les points de départ et d'arrivée de chacune de ces lignes. Même s'il faut considérer ces valeurs avec d'infinies précautions, compte tenu des simplifications et des limites de la méthode, elles montrent malgré tout que le recours à un moyen de transport en commun motorisé est plus qu'indispensable dans la ville de Quito pour que les citadins puissent accomplir leurs besoins et devoirs quotidiens. Ceci est d'autant plus vrai que si l'on regarde les distances parcourues par motif, l'on s'aperçoit que pour se rendre à son travail un Quiténien parcourt en moyenne 11,8 km. depuis son domicile (tableau 8).

Motif	Distance moyenne parcourue (km.)
Travail	11,8
Etudes	10,3
Retour au domicile	10,3
Divertissements, loisirs	10,3
Démarches administratives, gestions	10
Autres	9,7
Achats	8,9

Tableau 8 : Estimations des distances parcourues en bus urbains par trajet et par motif en kilomètres
(Source : enquête OD, UPGT, 1998)

[90] Nous n'avons pu déterminer les distances parcourues dans les zones suburbaines car les zones de référence de l'enquête OD pour ces secteurs sont mal délimitées et extrêmement vastes.
[91] Pour lesquels nous n'avons aucune information sur leur parcours.
[92] En moyenne, la taille des secteurs est de 274 ha.
[93] Le détail des calculs se trouve l'annexe N°3. La distance moyenne d'une ligne urbaine est de 14,5 km. La distance minimale est de 2,9 km. et la distance maximale est de 25,9 km. Le coefficient de variation est de 30%.

Si les bus privés prennent en charge 84 % de la demande journalière, la municipalité assure le reste, encore provisoirement, à travers le système intégré de transport en commun.

2.3.3 - Le système d'offre municipale du transport en commun public

Ce système a connu de nombreuses évolutions au cours des 15 dernières années suite à des modifications de son environnement (notamment tarifaire) qui ont engendré des crises auxquelles le système a dû faire face en s'adaptant et en changeant son organisation pour aboutir à la situation actuelle, un système intégré.

2.3.3.1 – La Municipalité de Quito : un opérateur de transport depuis 20 ans ayant joué un rôle-clef face à l'insuffisance de l'offre privée de la fin des années 80

C'est à partir de 1983 que la municipalité de Quito fait son apparition sur la scène des opérateurs de transport urbain en commun avec la création de l'Entreprise Municipale de Transport (EMT). Son rôle aujourd'hui extrêmement limité a été décisif à plusieurs reprises dans le passé et notamment en 1988. A l'époque le prix du bus fixé par le Conseil National du Transit (CNT) valait 5 centimes de dollar, tarif particulièrement bas qui ne motivait pas les propriétaires des unités des coopératives privées à se maintenir dans cette activité et encore moins à entretenir leurs véhicules (THOMSON I., 1992). Beaucoup de coopératives n'ont pas hésité à se retirer pour aller assurer un service extra-urbain ou encore à transformer leur bus en camions citernes ou camions de marchandises. La flotte totale qui était de 2 110 unités en 1988 a chuté à 1 160 unités trois ans plus tard.

La réaction des autorités municipales a été d'accroître considérablement la flotte de la EMT en acquérant des bus à deux étages et en bénéficiant d'une donation de 100 bus articulés du gouvernement du Japon. C'est ainsi que l'EMT qui transportait quelques 400 000 passagers à l'année en 1988, en transportait un peu plus de 20 millions en 1990 avec une flotte de 128 bus. Cet essor n'a pas duré, en 1995 la EMT transportait encore 12 millions de passagers par an avec 72 bus et en 2002, n'en transportait avec 25 bus plus que 2,4 millions, soit 0,3 % de la demande. Ce déclin s'explique par plusieurs raisons ; très vite, les unités ont commencé à pâtir de déficiences techniques qui ne pouvaient être rapidement corrigées compte tenu des procédures bureaucratiques qui rendaient particulièrement laborieuse et lente l'importation de pièces de rechanges. Par ailleurs, à cause de problèmes de gestion interne, l'EMT n'a que rarement pu amortir ses coûts d'exploitation et entretenir son parc[94].

[94] Lors d'une série d'entretiens que nous avons réalisés avec Alexandra Mena, une de nos collaboratrices à la mairie, en avril 2001, le gérant de l'EMT nous a confié qu'il se trouvait dans une situation inextricable. La politique actuelle de la mairie est de se retirer de l'opération. Or, les travailleurs fonctionnaires de l'EMT sont tous affiliés à un puissant syndicat qui rend vaine toute tentative de négociation de licenciement. L'EMT emploie encore 260 personnes dont 80 chauffeurs alors que le nombre de bus en circulation n'est plus que de 25 ! Ces derniers réclament quelques 6 millions de dollars comme plan social, somme que la mairie est loin de pouvoir payer.

En dépit de l'accroissement de l'offre municipale, la carence de transport a continué à se faire gravement sentir au début de la décennie 90 face à une demande croissante. En réaction, un système de subventions gouvernementales aux coopératives a été mis en place pour relancer l'investissement privé. En février 1993, 1 622 bus « populaires » ont bénéficié d'une aide financière (ARIAS C., 1997). Si la paix civile et un nouvel accroissement du parc ont été gagnés résolvant ponctuellement une partie du problème, l'organisation et la qualité du transport ont quant à eux plutôt empiré.

2.3.3.2 – La restructuration institutionnelle du début des années 90 à l'origine de la municipalisation des transports et de la mise en place du trolleybus

Dans ce contexte, la municipalité a créé en 1990, l'Unité d'Etudes de Transport chargée de proposer un plan de rationalisation du système qui impliquait une restructuration institutionnelle, une refonte du réseau de transport et surtout la mise en œuvre d'un système de transport en commun public de masse. Plusieurs hypothèses ont été envisagées (métro, train urbain, tramway) mais ont vite été abandonnées compte tenu des coûts de construction de ces infrastructures bien trop élevés[95] pour la mairie et compte tenu des conditions de site (mauvais drainage, nombreux remblais et canalisations du réseau hydrographique). Progressivement, l'idée a mûri d'adopter un système intégré de surface qui devait reposer sur une circulation en site propre dans son axe central et traverser le centre historique. C'est ainsi qu'est né le système trolleybus. Dans cette proposition, la municipalité devait jouer un rôle prépondérant dans la définition de la politique de transport, dans la détermination des tarifs et dans l'administration du système, marginalisant ainsi le Conseil National du Transit. C'est sous l'administration municipale de *Jamil Mahuad* (1992-96) que ce projet prend réellement essor en bénéficiant du soutien du gouvernement national. Ce dernier entama une réforme de la Loi de Transit et de Transport Terrestre et intégra les prérogatives en matière de transport dans la Loi du Régime du District Métropolitain de Quito.

En 1995, sont créées l'Unité de Planification et de Gestion du Transport[96] (UPGT) et l'Unité de l'Opération du Système Trolleybus (UOST), entité municipale responsable de l'opération et administration du trolley, dépendante de la UPGT. Par la suite, en 1996, a été formée la UEPT[97], unité municipale également dépendante de la UPGT, chargée de la poursuite de la mise en œuvre du projet trolleybus, notamment pour les extensions nord et sud.

La question que l'on se pose à ce stade est de savoir quelles sont les caractéristiques du système intégré de transport en commun et quelles sont ses différences par rapport au système conventionnel ?

[95] Le métro coûte environ 100 millions de dollars par kilomètre, le train urbain 30 millions et le trolley 5,5 millions.
[96] Résolution Municipale No. 051 du 23 novembre 1995
[97] Unidad Ejecutora del Proyecto Trolebús

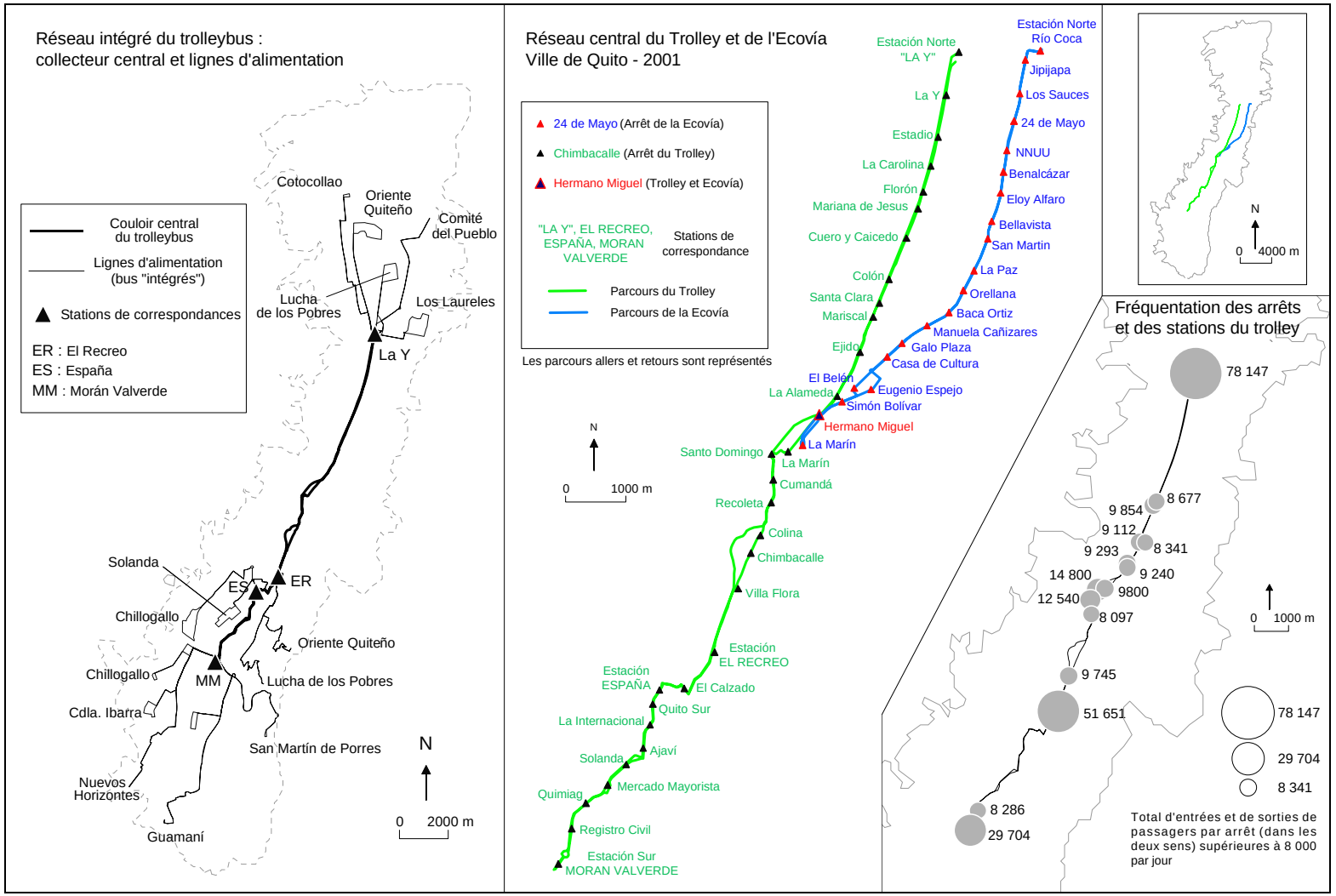
2.3.3.3 – Le trolleybus : un système intégré fonctionnant en site propre à l'origine d'une véritable révolution des transports à Quito

Le système intégré du trolleybus a été conçu selon un schéma particulièrement novateur dans le système territorial métropolitain. Il présente la particularité de proposer une intégration tarifaire et de service. L'intégration tarifaire a été une véritable révolution lors de la mise en service du trolley le 17 décembre 1995. Un usager de ce système peut donc effectuer une correspondance sans payer de ticket supplémentaire. Si l'intégration tarifaire est depuis longtemps répandue dans d'autres villes, notamment au Nord, elle n'existait pas avant 1995 à Quito. En effet, dans le système privé conventionnel de transport en commun par bus, compte tenu de l'émiettement de l'offre en de multiples opérateurs, un usager doit payer à chaque montée dans un bus. Il en est toujours ainsi aujourd'hui en dehors du réseau du trolleybus. En 2003, le prix du trolley, fixé par le maire sous avis de l'UOST, de la DMT et de la EMSAT, est équivalent au tarif pratiqué dans les bus conventionnels de catégorie « spéciale », c'est-à-dire 25 centimes de dollars. La détermination du prix du trolley relève également dans une large mesure de considérations politiques et sociales.

L'intégration du service dans des centres de correspondances est aussi une nouveauté. Dans le système conventionnel, les correspondances s'effectuent là où elles conviennent le mieux à l'usager, c'est-à-dire en un quelconque endroit de la ville (cf. supra). Un usager attend l'arrivée de son prochain bus sur le bord de la chaussée, parfois sous un abribus, sans savoir vraiment à quelle heure il arrivera[98]. Le système trolleybus est quant à lui structuré sur l'intégration de deux modes de transport reliés entre eux au niveau des quatre centres suivants (carte 26) : *La Y, El Recreo, Morán Valverde, España* (le dernier étant de moindre importance). Dans le couloir central circulent les voitures articulées du trolleybus (photos 12 et 13). Cet axe est connecté à 15 lignes d'alimentation (*alimentadoras*) dont le service est assuré par une centaine de bus « intégrés » qui assurent leur service dans les quartiers périphériques défavorisés peu desservis par les bus conventionnels à l'extrême sud de la ville.

L'autre particularité du trolleybus est qu'il circule en site propre (photo 13), sur la majeure partie de son parcours. Entre son terminus Nord et le Centre Historique, son itinéraire suit l'axe pénétrant nord, l'Avenue *10 de Agosto*. La traversée du centre historique s'effectue par des rues étroites ce qui explique que sur certains tronçons, la chaussée ne soit pas exclusivement réservée au trolley. Les vitesses commerciales y sont donc plus faibles. Au sud du centre historique, il emprunte en site propre l'axe pénétrant sud, l'Avenue *Maldonado*, jusqu'à la station *El Recreo*, puis l'Avenue *Hugo Ortiz* jusqu'à son terminus Sud *Morán Valverde*. Aux heures de pointe, le trolley circule à une vitesse moyenne de 20 km/h alors que les bus conventionnels pris dans les engorgements de trafic ne circulent qu'à 12 km/h en moyenne dans la zone centrale. Depuis 2002, pour optimiser l'opération, de nouveaux circuits ont été instaurés par la UOST. Soixante seize voitures articulées cadencées toutes les deux minutes pouvant transporter jusqu'à 180 passagers, ce qui équivaut à la capacité de quatre bus conventionnels de type « populaire » ou « spécial », circulent 365 jours par an de 6:00 du matin à minuit. L'axe du trolleybus s'est construit par étape depuis 1995. En mai 2000, une extension sud a été ouverte depuis la station *El Recreo* jusqu'au terminus Sud *Morán Valverde* (voir photos 11 et 12). L'axe s'étale aujourd'hui du nord au sud sur 16,5 km. et compte 51 arrêts dans les deux sens.

[98] Ceci étant, l'attente est rarement longue, les fréquences horaires peuvent atteindre 33 bus par ligne aux heures de pointe. De plus, le chevauchement des lignes, dans la partie centrale tout au moins, offre plusieurs alternatives aux citadins. En revanche, aux heures de pointe, sur certaines lignes, notamment celles qui assurent directement une liaison entre le nord et le sud de la ville, et celles qui desservent les quartiers excentrés, on observe des queues d'usagers pouvant atteindre une centaine de mètres ! L'attente peut aller jusqu'à une heure.



Carte 26 : Configuration des réseaux de transports en commun intégrés et fréquentation de l'axe du trolleybus
(Source : UOST, 2001)



Photo 11 : Station Sud *El Recreo*.
Centre de correspondances entre le trolleybus et les lignes d'alimentation (bus), situé dans le centre sud de la ville à proximité du grand centre commercial *El Recreo* ***(Cliché : F. Demoraes, décembre 2002)***



Photo 12 : Station *Morán Valverde*.
Centre de correspondances entre le trolleybus et les lignes d'alimentation (bus « intégrés »), situé à l'extrême sud de la ville ***(Cliché : F. Demoraes, décembre 2002)***

2.3.3.4 – Le trolleybus : des véhicules électriques transportant 210 000 personnes par jour, soit 11 % de la demande

Le trolleybus, initialement prévu pour transporter 115 000 passagers par jour, en transporte aujourd'hui environ 210 000, soit 11 % de la demande totale. Ceci est à l'origine de l'entassement des passagers dans les voitures, notamment aux heures de pointe. Les bus des lignes d'alimentation transportent quant à eux 63 000 personnes quotidiennement, dont plus de 90 % effectuent une correspondance vers le trolley. Une enquête Montée Descente réalisée par la UOST dans les unités du trolley en mars 2001 fait ressortir qu'en moyenne les arrêts enregistrent 8 430 entrées et sorties quotidiennes, mais cette fréquentation est dans le détail très variable ; certains arrêts n'enregistrent que 1 100 entrées et sorties par jour[99], alors que d'autres peuvent enregistrer jusqu'à près de 80 000 mouvements par jour[100] (voir carte 26). Les arrêts les plus utilisés sont les trois stations de correspondances principales qui enregistrent plus de 29 000 mouvements par jour. Il s'agit des trois centres suivants : « *La Y* », *El Recreo, Morán Valverde* à partir desquels les correspondances sont multiples dans le réseau intégré. Il faut cependant prendre garde vis-à-vis de ces valeurs. Certains arrêts sont utilisés dans les deux sens de circulation du trolley, c'est-à-dire aussi bien sur son parcours aller que sur son parcours retour. La plupart ne servent que dans un sens et ont donc des fréquentations inférieures. D'une manière générale, la fréquentation des arrêts est très supérieure dans la partie nord de la ville. Au sud, seuls quatre arrêts connaissent des valeurs supérieures à 8 000 mouvements (les deux centres de correspondances, et les arrêts *Registro Civil* et *Villa Flora*). Au nord, en dehors de la station « *La Y* », entre l'arrêt *Cumandá* à proximité de la gare routière et l'Avenue *Colón* dans le centre nord, on ne compte pas moins de dix arrêts également très fréquentés du fait de l'attractivité de ces secteurs, associée à la centralité mise en évidence en début de partie.

Par ailleurs, le système trolleybus fonctionne essentiellement grâce à l'énergie électrique. Il est donc perçu comme un mode de transport particulièrement propre en opposition au système de transport en commun conventionnel par bus dont les émanations couplées à celles du parc automobile individuel, participaient en 1998 à hauteur de 87 % à la pollution atmosphérique de Quito[101]. Les unités du trolley sont également équipées de moteurs diesel d'appoint qui leur permettent de rouler depuis le dépôt jusqu'à l'axe électrifié équipé de caténaires. Ce moteur d'appoint leur permet aussi de palier à d'éventuelles coupures électriques. L'opération du trolley est encore provisoirement assurée en partie par la UOST qui a cependant déjà extériorisé le système de gestion de la billetterie, le contrôle de la circulation des unités et leur maintenance. De même, les chauffeurs sont employés par une entreprise privée. Sur environ 1 000 personnes travaillant pour la UOST, seulement 5 % sont des fonctionnaires municipaux. Le système trolleybus et l'EMT sont les seuls opérateurs de transport en commun public à posséder des ateliers de maintenance, des dépôts de carburants et des installations spécifiques pour le stationnement de leur flotte. Cette organisation entreprenariale est bien loin du mode de fonctionnement des coopératives artisanales de transport par bus, décrites au préalable.

[99] Arrêt Machángara

[100] La station Nord « La Y ».

[101] D'après http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/E/fulltext/1encuent/ecupre2.pdf. Le pourcentage de gaz polluants émis uniquement par les bus n'est pas connu, mais lors des journées de grève du transport en commun, l'air de Quito est étonnamment limpide.



Photo 13 : Voie réservée du trolleybus sur l'avenue *10 de Agosto*.
Le site propre est situé au niveau de la partie centrale de la chaussée, la circulation automobile étant confinée sur les deux voies latérales.***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***

2.3.3.5 – Le succès du trolley à l'origine de la volonté municipale d'étendre le réseau intégré : une première étape assez laborieuse avec la *Ecovía*

Fort du succès qu'a remporté auprès de la société civile le système trolleybus et ses lignes d'alimentation dès sa mise en place en 1996, et compte tenu de l'efficacité d'un tel service[102] non polluant sur le site, la municipalité a voulu poursuivre l'agrandissement de ce réseau intégré sur un autre axe longitudinal au nord, l'Avenue *6 de Diciembre*. Ce projet avait déjà été esquissé dans le plan de rationalisation de 1993 et a été conforté avec les résultats de l'enquête Origine Destination de 1998, qui ont montré que la demande sur cet axe était élevée[103]. Initiée sous l'administration de *Roque Sevilla*, maire de tendance écologiste souhaitant favoriser le transport en commun, les travaux de construction des infrastructures et des équipements[104] (site propre, stations, feux de signalisation) et la réfection complète de la chaussée de l'avenue, depuis lors dénommée « *Ecovía* », ont duré deux ans et demi[105], alors que la longueur totale de l'axe n'est que de 8,6 km. Plusieurs explications permettent de comprendre la durée relativement longue du chantier. Tout d'abord, le contexte économique, extrêmement défavorable avec la dévaluation de la monnaie nationale *El Sucre* suite à l'effondrement du système bancaire équatorien[106]. Ensuite, les années 1999 et 2000 ont été une période de changement d'administration municipale. L'administration actuelle a dû se charger de poursuivre tant bien que mal le projet amorcé par l'équipe antérieure, qui, comme il est d'usage, avait dépensé l'intégralité du budget 2000 avant le mois d'août (mois au cours duquel la nouvelle administration prend ses fonctions) et qui n'avait bien sûr pas oublié de laisser table rase, emportant documents et projets. Deux ans et demi de travaux sur l'un des principaux boulevards traversant l'espace central du nord au sud[107] ont été à l'origine de très nombreux ralentissements, embouteillages et d'un nombre élevé d'accidents (208 accidents en 2000, un mort et 40 victimes d'après la DNT). Cet axe a été en 2000, l'un des plus accidentés après l'Avenue *Eloy Alfaro* (239 cas) et l'Avenue *Mariscal Sucre* Nord et Sud (486 cas). Les accidents sur l'Avenue *6 de Diciembre* s'expliquent en partie à cause des carences en signalisation qui a tardé à se mettre en place. La presse a été prolixe dans la formulation de critiques.

Si la construction du support physique de la *Ecovía* a été particulièrement laborieuse, la mise en place du système de transport censé assurer l'opération sur cet axe a connu également de nombreuses difficultés. La municipalité, voulant favoriser la participation des sept compagnies et coopératives qui assuraient initialement le service sur ce couloir, a impulsé la formation d'une grande entreprise, résultant de la fusion desdits opérateurs, pour assurer la prestation du service de transport. C'est ainsi qu'en décembre 1999, a été créée la société TRANASOC. D'après les accords passés entre la mairie et TRANASOC, cette dernière était censée acquérir 42 bus articulés « écologiques » qui devaient commencer à circuler à partir du printemps 2001. Formée d'anciens « artisans » du transport ayant une très faible vision

[102] Avec seulement 1,7% du parc de véhicules affectés au transport en commun, le trolley permet de transporter 11% de la demande journalière. Aujourd'hui, le trolley de Quito est perçu comme un modèle au niveau latino-américain. Des techniciens de la municipalité de Lima sont par exemple venus en 2001 analyser ce système pour étudier la possibilité de l'adopter à Lima.

[103] Ceci dit, l'intégration d'autres axes étaient certainement plus urgente, notamment l'Avenue La Prensa, compte tenu de l'ampleur de la demande sur cet itinéraire. La décision relevait davantage d'un enjeu politique.

[104] Voir notamment MDMQ/UPGT, 2001

[105] Les travaux ont débuté en février 1999 et en juin 2001, alors que les premiers véhicules ont commencé à circuler, la construction des terminus Nord et Sud n'étaient toujours pas achevée.

[106] Cette crise a eu des conséquences dramatiques. Près d'un million d'équatoriens ont émigré vers l'étranger au cours des 4 dernières années (sur une population totale de 12 millions)

[107] La réfection de la chaussée en soi a duré un an et deux mois, de février 1999 à avril 2000

d'entreprise, TRANASOC a pâti d'un manque d'organisation probant, de rivalités internes, sans compter qu'elle n'avait aucune assise financière. En d'autres termes elle était bien incapable d'acheter la flotte de bus, dont le coût avoisinait les six millions de dollars. Face à cette inertie, et face aux protestations montantes de la société civile qui jugeait inadmissible que la moitié d'une artère principale soit inutilisée, plutôt que de lancer un appel d'offre international[108], la municipalité a décidé comme mesure d'urgence d'acheter elle-même les 42 unités[109] ! Entre le moment où cette décision a été prise et le moment où les bus écologiques allaient réellement circuler, plusieurs mois voire plusieurs années allaient encore s'écouler, ce qui a finalement décidé la mairie de commencer à assurer un service de transport à partir de juillet 2001 en utilisant provisoirement vingt unités du trolleybus[110] gérées directement par la UOST, alors même que les terminus nord de la *Río Coca* et sud de *La Marín* n'étaient pas terminés.

En novembre 2001, près de 30 000 personnes utilisaient la *Ecovía*. Cet axe, qui emprunte, en site propre, les avenues *6 de Diciembre*, *Gran Colombia* et *Pichincha*[111], comporte 20 arrêts dont 17 servent dans les deux sens (voir carte 26). La *Ecovía* dans son fonctionnement actuel n'est que partiellement connectée au système intégré du trolleybus. En effet, une seule station (*Hermano Miguel*) sert aussi bien pour la *Ecovía* que pour le trolley, mais uniquement dans le sens sud nord. L'intégration nord-sud n'est pas encore opérationnelle. Dans son schéma définitif, il est prévu une demande journalière de 110 000 personnes. Il est également prévu l'intégration tarifaire et du service avec 21 lignes urbaines qui arriveront au terminus nord *Río Coca*. Ces lignes d'alimentation fonctionneront avec 136 bus appartenant à TRANASOC. Enfin, c'est également dans ce centre que les correspondances avec les lignes interparoissiales desservant la vallée de *Tumbaco-Cumbayá* se réaliseront à terme. Avec ces dernières, la question de l'intégration tarifaire reste ouverte compte tenu de la difficulté de sa mise en place. En effet, l'intégration tarifaire entre lignes urbaines et lignes extra urbaines implique la définition d'un zonage tarifaire qui n'est pas encore esquissé.

A la différence du trolleybus, il n'a pas été prévu de fonctionnement électrique pour la *Ecovía*, car l'investissement a été considéré comme trop élevé (surtout dans le contexte de l'époque). Depuis fin 2002, la nouvelle flotte de 42 bus « écologiques » articulés pouvant transporter également 180 personnes, a pris la relève sur les unités du trolley. Les bus circulant à 17 km/h en moyenne, fonctionnent au diesel et respectent des normes techniques et environnementales strictes. Le tarif est le même que pour le trolley, 25 centimes de dollar. Dorénavant, il appartient à la société TRANASOC d'administrer l'opération et la prestation du service, de gérer la billetterie, l'entretien des bus, l'entretien des arrêts et des terminus. D'après le contrat, il revient aussi à TRANASOC de rembourser la dette contractée par la mairie pour l'achat des bus. De son coté, la mairie demeure responsable de l'entretien de la voirie et du dispositif de signalisation. L'EMSAT se charge de contrôler le niveau de service et les conditions d'exploitation.

[108] Préférence nationale oblige ! Ceci dit vu le contexte de crise actuel, on comprend que la mairie veuille favoriser les « entrepreneurs » locaux.
[109] Cette mesure allant à l'encontre de la politique libérale à laquelle est soumise l'Equateur sous pression du FMI et de la Worldbank.
[110] Ceci n'a pas affecté le fonctionnement du trolley qui ne mobilise que 76 voitures sur une flotte totale de 113 unités.
[111] Sur cette dernière, les véhicules de la Ecovía ne circulent pas en site propre et voient leur vitesse commerciale chuter drastiquement compte tenu de l'engorgement massif que l'avenue connaît aux heures de pointe.

Poursuivant l'extension du système intégré, un nouvel axe longitudinal en site propre est aujourd'hui en construction sur les avenues *América* et *Prensa*. Sur cette artère, ce seront les bus conventionnels qui assureront le service dans un premier temps. Les chauffeurs devront impérativement respecter les arrêts construits et n'auront plus la possibilité d'immobiliser leur véhicule ailleurs. Ceci permettra d'améliorer les vitesses commerciales, de réduire la durée des trajets en transport en commun et de fluidifier le trafic automobile cantonné sur deux voies situées de part et d'autre de la voie réservée centrale.



Photo 14 : Site propre en construction sur l'avenue *América*
(Cliché : F. Demoraes, février 2004)



Photo 15 : Site propre en construction sur l'avenue *Prensa*
(Cliché : F. Demoraes, février 2004)

Si le système de transport en commun public, privé ou municipal, assure 80 % de la mobilité motorisée quotidienne, l'automobile assure les 20 % restants.

2.3.4 – La place grandissante de l'automobile dans le District Métropolitain de Quito

2.3.4.1 – L'automobile : un mode de transport encore assez faiblement utilisé mais en augmentation exponentielle depuis 30 ans

Le parc automobile individuel de Quito n'a cessé d'augmenter depuis les années 1970 dans des proportions exceptionnelles, et est à l'origine des sérieux problèmes d'embouteillages que connaît la ville aujourd'hui. Le nombre de véhicules (voir figure 6) tous types confondus dans le DMQ a été multiplié par cinq en 26 ans passant ainsi de 38 798 en 1975 à 196 936 en 2001 (JPTP). Dans le même temps, la population a été multipliée par trois (INEC). Le taux individuel de motorisation est passé de 6,5 véhicules pour cent habitants en 1975 à 10,7 en 2001. Depuis 1995, le parc automobile a enregistré un taux de variation moyen de 3,1 % par an. En 2001, ce sont près de 23 000 véhicules supplémentaires qui sont entrés en circulation dans les rues de Quito.

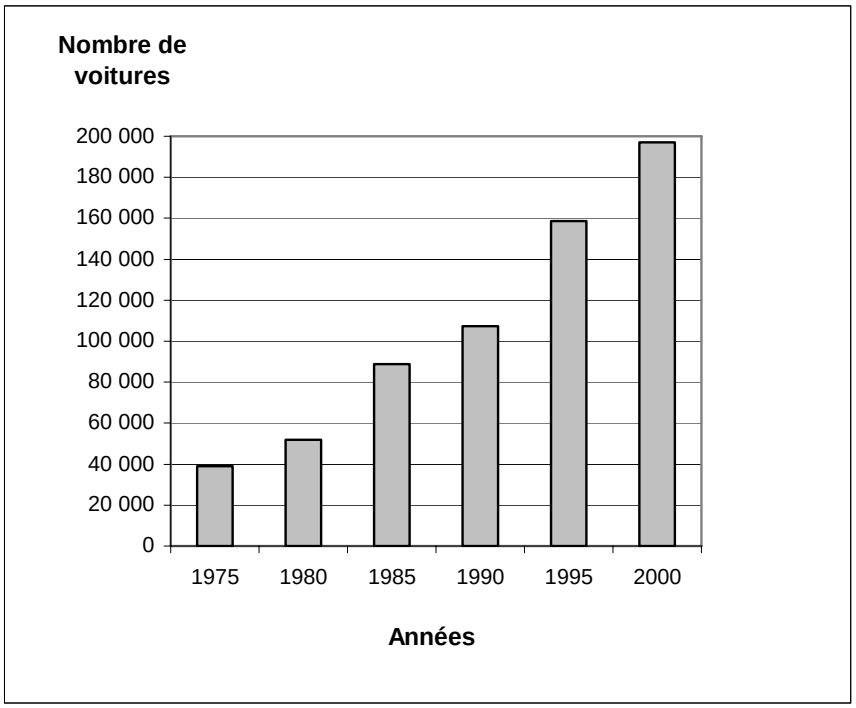


Figure 6 : Evolution du parc automobile du District Métropolitain de Quito 1975-2000
(Source : JPTP)

2.3.4.2 – Plus de 40 % du parc automobile national équatorien dans les rues de Quito

Aujourd'hui, 42 % du parc automobile national équatorien circule dans le DMQ, alors qu'il ne rassemble que 15 % de la population nationale. Cette concentration particulière de véhicules dans le district permet de comprendre l'ampleur du défi posé à la mairie afin de trouver des réponses pour résoudre l'engorgement du trafic. Si l'accroissement du parc s'explique par le schéma classique (élévation du niveau de vie, volonté d'ascension sociale), les dernières années, l'explosion du parc automobile s'explique surtout dans le DMQ par le fait que les citadins ayant perdu toute confiance vis-à-vis du système bancaire suite à la crise de 1998[112] (voir figure 7) ont décidé « d'investir » massivement dans des biens matériels, d'une part dans l'achat de voitures et d'autre part dans l'immobilier. Cet engouement n'est pas du tout aussi marqué dans les autres provinces, ce qui tendrait à montrer que la société quiténienne a été particulièrement touchée par la crise, le DMQ rassemblant le plus grand nombre d'établissements bancaires à l'échelle nationale. On sait également que la richesse de Quito, sans être supérieure à celle de *Guayaquil*, est moins inégalement répartie, ce qui permet à un plus grand nombre d'individus, notamment à la classe moyenne, issue pour l'essentiel de l'activité pétrolière concentrée à Quito, d'accéder à un moyen de transport individuel.



Figure 7 : Dessin humoristique faisant allusion au bénéfice des concessionnaires d'automobile.
Les Quiténiens ayant perdu confiance vis-à-vis du système bancaire suite à la crise de 1998, achètent massivement des voitures ***(Quotidien El Comercio 05/01/2002)***

[112] Cette crise avait entraîné le « gel » des comptes courants et des épargnes. Cela veut dire que, du jour au lendemain, les épargnants n'ont plus eu accès à leur argent ! Voir notamment GALLEGOS F. R., 2000 et GASTAMBIDE A., 2000. Ce phénomène particulièrement grave s'est reproduit avec plus ou moins de similitude en 2001 en Argentine.

La répartition des véhicules fortement concentrée dans le District de Quito, est donc très inégalitaire au niveau national mais également à l'échelle de l'agglomération. Globalement, la Sierra et la province de *Guayaquil* sont les mieux équipées (cf. carte 27). La province de *Pichincha* enregistre quant à elle un taux de motorisation individuel de 9,89 véhicules pour 100 habitants (tableau 9), valeur la plus élevée au niveau national, la moyenne étant de 5,16. A l'intérieur de la province de *Pichincha*, les différences entre les cantons sont aussi très marquées. Le canton *Rumiñahui* enregistre le plus fort taux, avec près d'une voiture pour quatre habitants. Vient ensuite le DMQ, avec un taux de 10,7. L'immatriculation des véhicules, neufs ou anciens, doit être renouvelée chaque année, ce qui permet d'avoir des données actualisées. Depuis 2001, ces chiffres sont beaucoup plus fiables qu'auparavant, car l'enregistrement d'un véhicule doit impérativement être effectuée dans le canton de résidence du propriétaire. Dans la province de *Pichincha*, il existe cinq centres d'immatriculation pour 9 cantons, ce qui explique le regroupement de certains cantons (par exemple *Cayambe* et *Pedro Moncayo*).

Nom des cantons (Province de Pichincha)	Taux de motorisation pour 100 habitants	Population	Véhicules immatriculés
Quito	10,7	1 839 853	196 936
Cayambe	5,15	95 394	4 911
Pedro Moncayo			
Mejia	8,79	62 888	5 531
Rumiñahui	23,05	65 882	15 189
Santo Domingo	4,24	324 800	13 789
San Miguel de los Bancos			
Pedro Vicente Maldonado			
Puerto Quito			

Tableau 9 : Taux de motorisation par canton, en 2001 – Province de *Pichincha*
(Sources : INEC, JPTP)

A l'intérieur du DMQ, le nombre de voiture par ménage est extrêmement variable compte tenu de l'hétérogénéité des conditions socio-économiques de sa population. Nous avons mis en évidence une très forte corrélation ($r = 0,91$)[113] entre le nombre de foyers à faible consommation d'électricité (inférieure à 120 KW/h par mois) et le nombre de foyers sans véhicule propre. En effet, il semble logique de penser que dans les quartiers modestes, le nombre de voitures est plus faible. Nous avons établi cette corrélation statistique en exploitant les données collectées lors d'une enquête réalisée en octobre 1998 par R. D'ERCOLE et P. METZGER[114] sur un échantillon de neuf secteurs (regroupant 16 quartiers) suffisamment représentatifs en ce sens qu'ils correspondent à des secteurs situés aussi bien au nord, au centre qu'au sud de Quito et dans lesquels vivent des populations dont le niveau socio-économique est fortement contrasté[115]. A partir de cet échantillon, nous avons calculé en extrapolant les taux de motorisation par ménage de l'ensemble des quartiers.

[113] Il s'agit du coefficient de corrélation linéaire de Bravais-Pearson. Pour le détail des calculs, voir l'annexe 4.

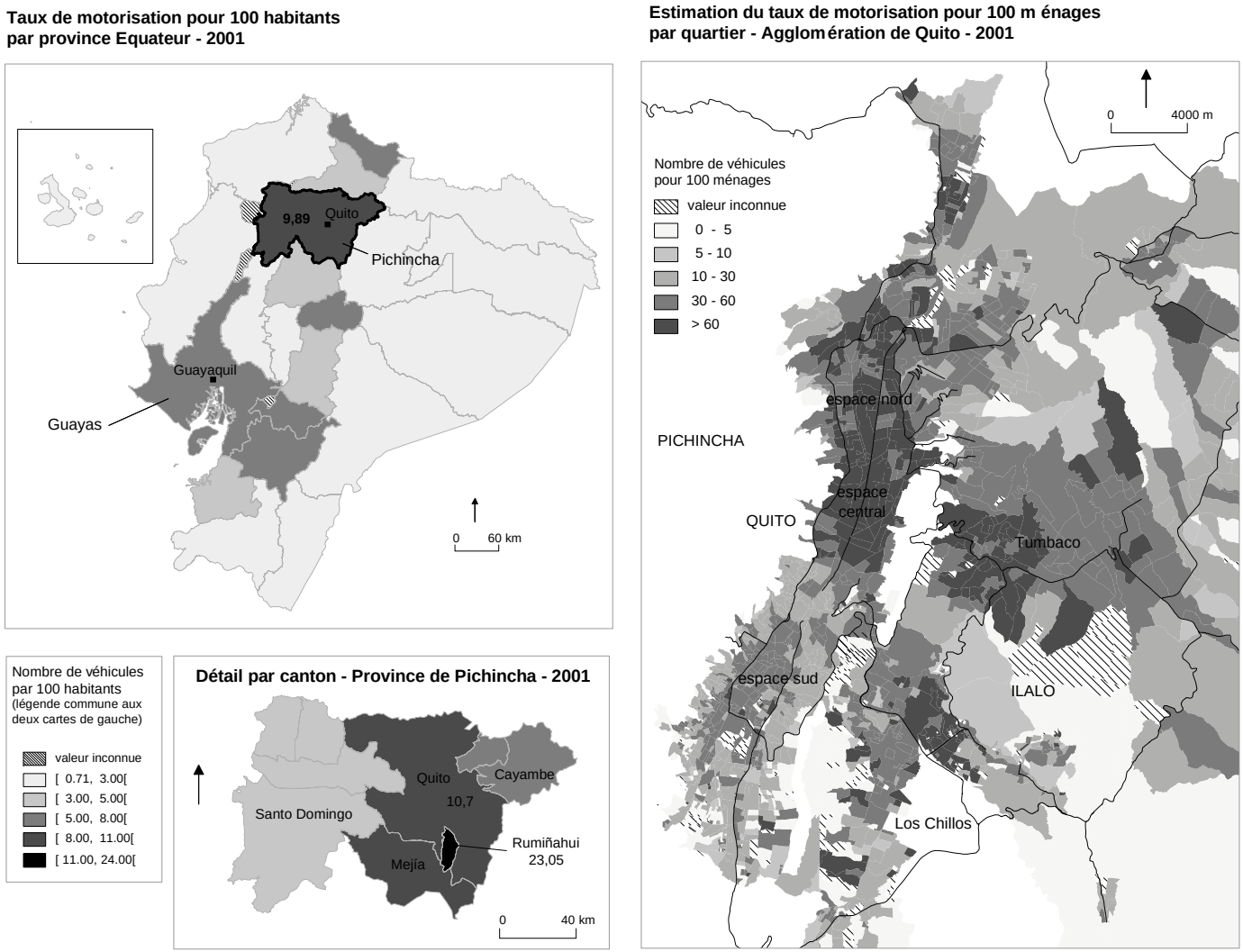
[114] Ces résultats ont été publiés notamment dans « D'ERCOLE R., METZGER P., 2002, Diferenciaciones espaciales y sociales, representaciones y manejo del riesgo volcánico en Quito, In Gestión de riesgos y prevención de desastres, Memorio del Seminario, Quito, FLACSO – COOPI – ECHO, pp 40-52. »

[115] L'objectif de l'enquête, réalisée auprès de 325 personnes, était de connaître le point de vue de la population de Quito face à la crise engendrée par le réveil du volcan du Pichincha et l'alerte jaune du 1er octobre 1998.

Cette méthode comporte des limites, notamment la taille réduite de l'échantillon (16 quartiers) par rapport à l'univers (668 quartiers), soit 2,4 % du total. En effet, la corrélation, même si elle est très bonne, n'est pas non plus une liaison fonctionnelle. De plus, certains foyers peuvent posséder plusieurs voitures. Par ailleurs, le nombre de véhicules, on le sait, n'est pas exclusivement lié à la richesse des ménages, et cette dernière ne se mesure pas simplement à l'aide d'une consommation d'électricité. Enfin, nous avons considéré comme étant applicable aux ménages, les réponses fournies par les 325 personnes interrogées quant à la possession de véhicules (ceci dit, cela n'implique pas un grand biais car les personnes résidant seules ne représentent qu'une infime partie de la population).

Conscients de ces limites, la carte 27, permet d'observer de grandes disparités au niveau de l'agglomération. Elle fait ressortir tout d'abord des taux plus faibles dans le sud de la ville et dans le centre historique, avec rarement plus d'une voiture pour deux ménages, et plus souvent moins d'une voiture pour trois foyers. Dans le centre nord et dans le nord de la ville, les taux sont supérieurs à 60 % et atteignent plus de 95 % dans certains quartiers *(El Bosque, Campo Alegre, Quito Tennis, Bellavista*). Dans les secteurs suburbains, les taux sont particulièrement élevés aux alentours des chefs lieux de *Cumbayá*, *Tumbaco* et au nord du canton *Rumiñahui* au pied de la montagne de l'*Ilaló*. On remarque également que globalement les ménages dans les vallées possèdent plus de voitures que dans le sud de Quito. Cette tendance s'explique, d'une part, par le caractère résidentiel pavillonnaire largement représenté dans les vallées (cf. supra) et d'autre part, par la plus faible densité de réseau de transport en commun qui contraint les habitants à acquérir un véhicule pour pouvoir accéder aux centralités.

(moins les habitants d'un quartier possèdent des automobiles, plus il leur sera difficile d'évacuer la ville si besoin était).



Carte 27 : Taux de motorisation en Equateur, dans la province de *Pichincha* et dans l'agglomération de Quito en 2001
(Sources : DNT, JPTP, INEC, EEQ, DMTV, enquêtes IRD)

Conclusion

L'objectif de cette première partie a été de dresser un aperçu des principales dynamiques de mobilité prévalant au sein du District Métropolitain de Quito et de comprendre les principes de fonctionnement du système de transport sur lequel elles reposent.

Les déplacements ont été analysés à trois échelles : entre le district de Quito et le reste du pays, entre la ville et ses périphéries, et à l'intérieur même de la ville. Cette analyse repose essentiellement sur les trajets réalisés en bus urbains, interparoissiaux et interprovinciaux. Ceci constitue une limite dans le sens où le transport intercantonal n'a pas pu être analysé faute de données, et dans le sens où les déplacements en voitures n'ont été que partiellement considérés car aucune enquête de mobilité auprès des ménages n'a jamais été réalisée. Ceci dit, à l'échelle de l'Equateur, le transport en commun interprovincial de personnes est essentiellement assuré par des bus, compte tenu du faible taux de motorisation national (5 voitures pour 100 habitants), et à l'intérieur de l'agglomération, le transport en commun représente encore 80 % de la demande journalière quotidienne.

Nous avons donc considéré la mobilité des personnes comme un ensemble de déplacements entre différents pôles urbains plus ou moins complémentaires, et entre différentes zones de l'agglomération au regard de la répartition des fonctions urbaines et des centralités (locales ou métropolitaines). Ceci a permis de mettre en évidence l'importance des échanges entre le district et le sud du pays, les principaux liens que le district entretient avec les villes proches, et, à l'échelle de l'agglomération, les principales dynamiques en présence. A partir de ces observations, il est possible d'identifier des dynamiques enjeux et les infrastructures enjeux sur lesquelles elles s'appuient, objet de la deuxième partie.

L'analyse a également mis en exergue la forte concentration des activités dans l'espace central et certaines formes de dépendances fonctionnelles ; les périphéries suburbaines dépendent assez fortement de la ville et à l'intérieur même de la ville, les espaces nord et sud ressortent particulièrement dépendants vis-à-vis de l'espace central. Cette situation renseigne donc sur certaines formes de vulnérabilité territoriale du district qui laisse pressentir des risques en cas de fermeture d'axes essentiels, thème que nous développerons en quatrième partie.

Par ailleurs, cette partie a permis de faire ressortir qu'aussi bien dans le domaine de la voirie que dans celui des transports, plusieurs acteurs jouent un rôle à des échelles différentes au sein du DMQ. Le système d'acteurs intervenant en matière de voirie relève de l'emboîtement complémentaire des pouvoirs à la fois municipal (EMOP-Q), provincial (HCPP) et central (MOP). Si les compétences en matière de transport en commun apparaissent claires avec deux acteurs principaux, la mairie d'un côté (DMT, EMSAT) et la Police Nationale de l'autre (CNT et CPTP), on constate en revanche, un certain recouvrement des prérogatives dans la gestion et le contrôle du trafic, en partie dû à un flou juridique et en partie dû au caractère relativement récent du transfert de responsabilité au profit de la mairie. Ce récent transfert est à l'origine d'un rapport de

forces et d'un manque de coopération entre la municipalité et la police. Il explique aussi la permanence du double système de signalisation électrique empêchant une gestion optimale du trafic en ville. Cette permanence renvoie à une forme de vulnérabilité institutionnelle qui pénalise la circulation sur certains axes (troisième partie).

De son côté, le réseau routier a connu un accroissement exponentiel lié à l'étalement urbain amorcé dans les années 1920. En 80 ans, la longueur du réseau routier de la ville de Quito a été multipliée par environ 22. L'extension dans un premier temps a surtout concerné la ville stricto sensu avant de concerner les vallées suburbaines orientales. Le développement des périphéries a été rendu possible grâce à de lourds investissements routiers et à l'élévation du taux de motorisation des ménages. Ces deux phénomènes sont directement liés à la manne financière issue de l'exploitation du pétrole ayant connu un essor à la fin des années 1960. A l'intérieur du réseau routier, les axes n'assurent pas tous le même rôle et n'enregistrent pas les mêmes niveaux de fréquentation. Trois catégories ont été individualisées : les axes structurants, les axes principaux et le réseau secondaire. Cette catégorisation nous fournit des pistes pour la hiérarchisation permettant d'identifier les axes enjeux, objet de la deuxième partie. En ce qui concerne, la répartition des ouvrages d'art routiers (ponts, tunnels), ils sont surtout concentrés dans la moitié nord de la ville, actuellement en phase de réaménagement avec la construction de nombreux échangeurs prévus dans le schéma directeur. Quito compte également un ensemble d'installations de surface sur lesquelles repose le transport en commun ; il s'agit de la gare routière interurbaine (*Cumandá*), des terminus de transports urbains, interparoissiaux, intercantonaux et des trois grandes stations de correspondances du trolleybus. Nous l'avons vu aussi, la moitié nord de la ville concentre la majorité des stations-service. Ceci s'explique par sa très forte fréquentation diurne associée à sa position d'hypercentre ; elle est donc particulièrement demandeuse en carburants d'autant que c'est également dans la moitié nord de la ville que le parc automobile est le plus important à l'échelle de l'agglomération. Ceci laisse présager des risques assez conséquents en cas de désapprovisionnement en combustibles, comme cela a déjà pu se produire (quatrième partie).

Tous les jours, près de deux millions de déplacements sont enregistrés en transport en commun dans l'agglomération, valeur sous-estimée car le transport intercantonal n'est pas pris en compte. En moyenne, un Quiténien effectue donc un déplacement en bus par jour, sur une distance moyenne de onze kilomètres pour les trajets urbains. Ce deuxième point montre que le recours à un moyen de locomotion motorisé est indispensable aujourd'hui dans la ville de Quito, compte tenu de sa taille. En 2001, les bus urbains assurent 77 % de la demande journalière enregistrée dans les transports en commun et le trolleybus en assure pour sa part 11 %. L'essentiel des mouvements est donc recensé au niveau de la ville. Le service de transport en commun est principalement aux mains du secteur privé qui détient 95 % du total des unités en circulation. Le transport de personnes à Quito est caractérisé par une très forte atomisation de l'offre et comptait encore 59 opérateurs urbains et 29 interparoissiaux en 2001 ! Deux statuts juridiques distinguent les opérateurs ; certains sont constitués en coopératives artisanales, d'autres en compagnies plus performantes (entreprises). Cette différence a une implication directe en matière de qualité de service proposé et participe à la très vive concurrence que se livre la multitude d'opérateurs entre eux, entraînant insécurité et pollution. Face à ce problème, la municipalité a impulsé depuis 1996 le regroupement des opérateurs privés en compagnies, et depuis 2002, a imposé un renouvellement de la flotte au profit

de bus à plus grande capacité. En ce qui concerne l'agencement des réseaux de transport en commun, ils répondent à une logique essentiellement nord-sud dans la ville et sont structurés le long des axes centre / périphérie dans les parties suburbaines. La municipalité intervient aussi encore provisoirement dans l'offre des transports urbains avec les services assurés par l'EMT et le trolley.

La municipalisation de la tutelle des transports urbains initialement aux mains de la Police Nationale, instaurée en 1993, a été à l'origine d'une véritable révolution au sein de la ville avec la mise en place du trolleybus en site propre et du système intégré actuellement en cours d'extension. L'instauration d'un système intégré semble la réponse la plus adaptée pour relever le défi posé à la mairie de résoudre au mieux le problème d'une demande croissante. Le système intégré a apporté des améliorations sensibles, notamment un transport plus rapide, des correspondances plus faciles, et une réduction des émanations de gaz d'échappement. Cependant la construction des voies réservées est particulièrement longue et perturbe temporairement la circulation.

Si le transport en commun assure encore 80 % de la demande journalière, la place de l'automobile est sans cesse grandissante dans le DMQ. Le parc automobile y a pratiquement doublé entre 1990 et 2001. Aujourd'hui, plus de 40 % du parc national équatorien circule dans le district alors qu'il ne rassemble que 15 % de la population nationale. Ce phénomène est à l'origine de l'augmentation des engorgements de trafic et incite les pouvoirs municipaux à investir massivement dans la construction d'échangeurs routiers.

L'analyse du fonctionnement des transports en commun fournit des pistes pour le décryptage des vulnérabilités (troisième partie). Par exemple, certains modes de transport semblent plus à même de faire face à certaines crises ; en cas de désapprovisionnement en carburants, les bus seraient directement affectés, alors que le trolley pourrait maintenir son service, car ce dernier fonctionne avant tout à l'énergie électrique. De même, l'analyse des taux de motorisation par quartier à l'échelle de l'agglomération est intéressante en ce sens qu'elle permet de faire ressortir les zones où l'évacuation poserait le plus de problème (quatrième partie) en cas de catastrophe (éruption du volcan *Pichincha* ou *Cotopaxi*).

Les principales dynamiques et les grands traits de l'organisation et du fonctionnement du système de transport métropolitain identifiés, la question que l'on se pose à ce stade est de savoir quels sont les enjeux à l'intérieur du système de mobilité (flux, réseau routier, transport, acteurs) ? Quels sont les éléments indispensables à la mobilité des citadins, éléments dont l'endommagement ou le dysfonctionnement pénaliserait particulièrement les déplacements quotidiens et/ou causerait des problèmes d'accessibilité ? A partir de quelle méthode peut-on identifier les enjeux ?

DEUXIEME PARTIE

II –Identification des enjeux majeurs du fonctionnement du système de mobilité du District Métropolitain de Quito 131

1 - Vers une définition de la notion d'enjeu dans une analyse de risque 131

1.1 – Une démarche récente : présentation des travaux préalables menés à l'échelle d'une agglomération 131

1.1.1 – Les exemples niçois et annecien : des enjeux face à l'aléa sismique 131

1.1.2 – Autres exemples 133

1.2 – L'usage de la notion d'enjeu dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le DMQ » : présentation et pertinence 135

1.2.1 – Une approche par les enjeux de fonctionnement de la ville, indépendante des aléas 135

1.2.2 – Les trois grands types d'enjeux du fonctionnement du système territorial de Quito analysés dans le cadre du programme 135

1.2.3 – Les enjeux : une notion toute relative, fonction de l'échelle d'étude 136

1.2.4 – Intérêt d'une démarche par les enjeux dans une analyse de risque 136

2 - Les enjeux majeurs du fonctionnement du système de mobilité métropolitaine 137

2.1 - Echelle et types d'enjeux de fonctionnement retenus 137

2.1.1 – Une identification des enjeux de la mobilité à l'échelle de l'agglomération. 137

2.1.2 – Les enjeux de la mobilité : le ciblage sur les enjeux-objets essentiels 138

2.1.2.1 – Enjeux et enjeux-objets 138
2.1.2.2 – Des enjeux-objets déterminés par l'importance des flux et des transports en présence ... 138

2.2 –Différenciation, hiérarchisation et cartographie des axes importants du district : un travail préalable à l'identification des axes enjeux 139

2.2.1 – Les accès au district 139

2.2.1.1 – Présentation des trois critères de différenciation retenus 139
2.2.1.2 – Synthèse : hiérarchisation des accès au district 140

2.2.2 – Les axes centre périphérie 143

2.2.2.1 – Présentation des six critères de différenciation retenus 143
2.2.2.2 – Synthèse : hiérarchisation des axes centre périphérie 144

2.2.3 – Les axes urbains 148

2.2.3.1 – Présentation des quatre critères de différenciation retenus 148
2.2.3.2 – Synthèse : hiérarchisation des axes urbains grâce au SIG 153

2.2.4 – Les axes de l'espace central 157

2.2.4.1 – Les accès à l'espace central 157
2.2.4.2 – Les voies de circulation à l'intérieur de l'espace central 157

2.2.5 – Synthèse : axes enjeux, axes enjeux majeurs et tronçons fonctionnels homogènes 161

2.2.5.1 – De la hiérarchisation à l'individualisation des axes enjeux et des axes enjeux majeurs .. 161
2.2.5.2 – Détermination de tronçons fonctionnels homogènes : utilité, méthode et cartographie ... 161

2.3 – Les enjeux majeurs parmi les infrastructures routières et équipements des transports 166

2.3.1 – L'enfilade de tunnels : un passage-clef entre le nord et le sud de la ville 166

2.3.2 – Les enjeux majeurs parmi les ouvrages d'art routier comportant une section aérienne : méthode de repérage et cartographie 167

2.3.3 – Les enjeux majeurs parmi les équipements spécifiques aux transports : méthode de repérage et cartographie 172

2.4 – Les autres enjeux majeurs de la mobilité 177

Conclusion 178

II – Identification des enjeux majeurs du fonctionnement du système de mobilité du District Métropolitain de Quito

A l'appui des enseignements issus de l'analyse détaillée préalable ayant permis de caractériser et de comprendre le fonctionnement général du système de mobilité à Quito (flux, acteurs, support physique, transport), l'objet de cette deuxième partie est d'identifier quels sont les enjeux du système de mobilité du territoire métropolitain. Pour cela, nous allons utiliser une méthodologie d'analyse développée dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le DMQ ». Cette méthodologie se base sur la différenciation et la hiérarchisation des éléments avant tout matériels du système à partir de variables quantitative, qualitative et spatiale. Cette partie tentera de répondre aux questions suivantes : qu'entendons-nous par enjeu ? Quelle définition donnons-nous à la notion d'enjeu appliquée à un système de mobilité ? Quels sont les critères retenus pour les identifier et quels sont les enjeux du fonctionnement du système de mobilité de Quito ? Où sont-ils localisés ?

1 - Vers une définition de la notion d'enjeu dans une analyse de risque

De plus en plus fréquemment, la notion d'enjeu est associée à celle du risque et apparaît de plus en plus dans la définition même du risque. Par exemple, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable définit le risque de la façon suivante : « le risque (majeur) est une confrontation d'aléas avec des enjeux ». Ceci dit, le ministère n'approfondit pas davantage ce qui peut-être retenu comme enjeu, ni selon quelle méthode on peut les identifier. Il ne place pas non plus la notion d'enjeu au centre de la définition du risque, mais préconise une approche dite « classique » qui aborde d'emblée les aléas.

La philosophie générale du programme « Système d'Information et Risques dans le District Métropolitain de Quito » dans lequel s'insère ce travail, se fonde en premier lieu sur l'identification des enjeux du système urbain dans la mesure où il est impossible de procéder à des analyses exhaustives notamment lorsqu'on travaille dans une grande ville. De plus, dans une perspective d'optimisation de réduction des risques compte tenu de la capacité financière relativement restreinte de la ville de Quito, il paraissait pertinent de se focaliser sur les structures essentielles, c'est-à-dire sur celles dont l'endommagement serait le plus préjudiciable pour le système urbain, et qu'il faut par conséquent protéger ou épargner à tout prix.

1.1 – Une démarche récente : présentation des travaux préalables menés à l'échelle d'une agglomération

1.1.1 – Les exemples niçois et annecien : des enjeux face à l'aléa sismique

Cette démarche, somme toute nouvelle, qui implique au préalable une analyse détaillée du système, telle que nous venons de le faire en première partie, a été développée dans des travaux antérieurs menés notamment à Nice[116] et à Annecy[117] par un groupe de géographes de

[116] LUTOFF C., 2000, Le système urbain niçois face à un séisme – Analyse des enjeux et des dysfonctionnements potentiels, thèse de doctorat en géographie, Université de Savoie, 361p.

l'Université de Savoie. Cependant, les enjeux sont traités de manière différente dans chacun des cas, compte tenu de l'information disponible (influençant les variables considérées pour leur identification) et surtout compte tenu de l'objectif à atteindre. A Nice et à Annecy, il s'agissait avant tout, de discerner les enjeux dans une perspective de réduction du risque sismique. Cette perspective a donc influencé directement l'échelle d'identification des enjeux, l'échelle de l'agglomération, dans la mesure où les effets d'un séisme se font ressentir sur une vaste zone englobant de loin une agglomération.

C. LUTOFF (2000), dans un tour d'horizon sur l'utilisation de la notion d'enjeu dans les pratiques européennes (françaises, espagnoles, italiennes) de gestion du risque sismique, fait ressortir que les enjeux, même si leur définition juridique reste floue, sont dans la pratique souvent examinés conjointement à leur exposition à l'aléa. L'influence de l'aléa sismique est donc décisive sur l'identification des enjeux dans ces études dont la finalité est d'estimer les impacts directs possibles (pertes, dégâts) pour les sociétés concernées. Les enjeux sont d'ordre humain, économique, infrastructurel, patrimonial. Une attention particulière est portée sur le décryptage des enjeux logistiques et fonctionnels en situation de crise (postes de télécommunication, hôpitaux, centres décisionnels, voies de circulation…). C. LUTOFF fait ressortir trois notions liées au concept d'enjeu :

- la notion de valeur exprimée en termes financiers, mais aussi sur d'autres échelles de référence (valeur patrimoniale, fonctionnelle, environnementale, sociale, etc.),
- l'opposition entre pertes possibles et gains supposés : l'enjeu résulte d'une volonté individuelle ou collective mettant en balance ces deux aspects,
- la notion de risque, d'incertitude.

Elle propose le schéma suivant :

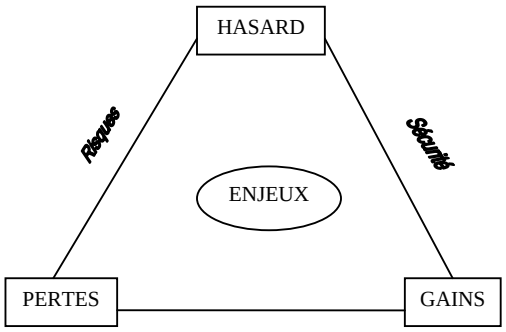


Figure 8 : Représentation schématique de la notion d'enjeu

(C. LUTOFF, 2000)

[117] D'ERCOLE R., PIGEON P., BAUSSART O., CAMBOT V., GNEMMI L., WATTEZ J., 2000, Analyse du système urbain d'Annecy et définition de ses enjeux, Département de Géographie – Université de Savoie, 52p. + figures.

« Face à une situation d'incertitude, faire l'hypothèse d'une perte revient à considérer les risques des choix retenus, alors qu'assurer les gains nécessite le développement de mesures de sécurité. La notion d'enjeux est donc à double face et désigne à la fois :

- tout élément exposé à la perte dans l'espoir d'un gain
- tout élément permettant d'assurer les gains ou la pérennité des choix retenus ».

Cette définition correspond à un schéma qui est sans doute valable dans les pays du nord capitalistes, c'est-à-dire dans les états où il existe une prise de conscience assez répandue des différents risques, lesquels sont largement étudiés, car ces derniers remettent en cause « de manière tout à fait intolérable » les gains et retardent les profits dans des sociétés pressées par le temps et désireuses de garder richesses et confort. J. VILLÉ (2003) souligne « que la population (française) dans sa majorité accepte de moins en moins d'être assujettie à des risques, que ces risques soient dus à des dysfonctionnements des systèmes eux-mêmes et de leurs automatismes de plus en plus nombreux et complexes ou à des événements extérieurs, risques technologiques ou risques naturels ». Prenons un autre exemple, celui de l'Allemagne. Ce pays semble, de l'extérieur, avoir paré à toutes les éventualités, en minimisant à leur plus faible expression les risques technologiques quantifiables émanant de son important arsenal industriel. Ceci étant, l'unique autre risque, auquel est véritablement confrontée l'Allemagne, est le risque d'inondation et les évènements de l'été 2002 montrent que l'Allemagne n'en demeure pas moins vulnérable.

Le schéma proposé par C. LUTOFF n'est pas aussi vrai dans les pays du sud, où la plupart des gains importants sont manipulés par une minorité de la population, où la notion du temps est tout autre, où les gens sont habituées à survivre et à affronter des évènements aussi imprévus qu'inimaginables vus de l'extérieur, où les risques ne sont finalement pas tellement connus et sont loin d'être une préoccupation principale. Cette dernière considération est importante car dans les pays du sud, l'extension spatiale et la gravité des phénomènes dommageables d'origine naturelle ne sont que partiellement connues[118]. Faute d'information suffisante, et faute d'une perception du risque aussi bien par les pouvoirs locaux que par les sociétés civiles en général, il n'y a donc pas toujours le choix concerté, en toute connaissance de cause, d'exposer un élément à la perte dans l'espoir d'un gain.

1.1.2 – Autres exemples

A. PETIN (1999), dans son étude sur les risques d'inondation dans le Pays du Voironnais, en Isère, définit les enjeux dans une démarche plus systémique en les associant à des interactions, qu'elle définit comme « des interrelations dynamiques entre objets d'un territoire qui entraînent des modifications sur d'autres objets du système ». « Un enjeu apparaît comme le fruit d'une interaction entre au moins deux objets, qui devient facteur de structuration du territoire au travers du système de valeurs qui lui est associé par les acteurs. Par exemple, la qualité de l'eau n'est pas un enjeu en soi, c'est une composante du territoire. Par contre, la dégradation de la qualité de l'eau par des rejets industriels peut constituer un enjeu au regard

[118] Ceci ne veut pas dire qu'au nord elles le soient parfaitement, mais peut-être davantage.

de certains acteurs (agence de l'eau, consommateur, pêcheurs…) ». Elle considère que ce système de valeurs est susceptible de s'exprimer au travers de :

- « la perception de l'interaction, vécue comme positive (effet dynamisant d'un objet sur un autre) ou négative (problème) ;
- la dynamique des acteurs autour de cette interaction, vécue comme positive (les acteurs s'emparent du constat d'interaction pour y réfléchir, s'organiser, se concerter) ou négative (génération de conflit) ;
- les actions visant à modifier l'interaction (aménagement local, procédure réglementaire). »

Cette définition considère donc l'identification des enjeux uniquement à partir de la perception qu'ont les acteurs de certaines interactions se manifestant à l'intérieur d'un système territorial face à un aléa déterminé : les inondations. En ce sens, A. PETIN n'analyse pas les enjeux comme un chercheur extérieur au système, qui pourrait avoir ses propres critères d'identification « objectifs » sans parti pris, différents de ceux des agents du système. Il nous semble impératif de concilier les deux approches. A. PETIN rajoute « qu'il existe différents niveaux d'enjeux. Un enjeu peut, en effet, être associé à un niveau primaire à l'interaction directe entre deux objets. Mais il peut également être associé à des niveaux plus complexes, à des interactions « en chaîne », du fait de la transitivité de la relation. On peut alors être amené à parler par raccourci d'interactions entre enjeux. » Cette considération est particulièrement intéressante car elle met l'accent sur le rôle de certains enjeux dans l'identification d'autres enjeux, comme nous le développerons par la suite (les axes enjeux majeurs permettront d'identifier les ouvrages enjeux majeurs).

A. SIERRA (2000) dans sa thèse sur la gestion et les enjeux des espaces urbains à risque d'origine naturelle à Quito, définit la notion d'enjeu politique comme suit : « Enjeu et risque sont deux notions intimement liées, ce qui suggère l'expression courante « prendre un risque »; un enjeu politique est donc quelque chose qui à la fois motive et inquiète le politique, puisque c'est ce qui renforcera son crédit ou au contraire le discréditera. Un enjeu politique est donc un risque politique. Dire que le risque d'origine naturelle est un enjeu politique, c'est considérer que la position qu'aura l'homme politique face au risque naturel l'accréditera ou le discréditera aux yeux de certains groupes ou de l'opinion publique. Or, le bien que le politique risque de perdre en conséquence d'un discrédit, c'est son pouvoir. Dans ces crises (phénomène El Niño, éruption du volcan *Pichincha* en octobre 1999), la gestion du risque d'origine naturelle est un enjeu politique dans la mesure où le pouvoir est en jeu ». A. SIERRA identifie trois enjeux de pouvoir que sont la responsabilité, la crédibilité et la légitimité. Dans ce travail, les enjeux sont donc des valeurs et non des objets du territoire, même si les enjeux politiques s'appliquent à un espace donné (les versants du massif du *Pichincha*).

Les définitions des enjeux dans les analyses de risques concernant des agglomérations et leur environnement immédiat sont extrêmement variées, définies selon des systèmes de valeur fort différents et dans le cadre de problématiques distinctes. Le plus souvent, ils sont identifiés en corollaire d'un aléa spécifique et font parfois l'objet de représentation cartographique. Quelle est l'approche que nous proposons dans ce travail ? Quelles définitions donnons-nous à la notion d'enjeu, à la notion d'enjeu de la mobilité ?

1.2 – L'usage de la notion d'enjeu dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le DMQ » : présentation et pertinence

1.2.1 – Une approche par les enjeux de fonctionnement de la ville, indépendante des aléas

Dans le programme « Système d'Information et Risques dans le DMQ », l'approche considère d'abord les enjeux indépendamment des aléas, ce qui est novateur dans une étude de risque et implique une méthodologie d'analyse particulière. La démarche sous-jacente consiste à penser la ville et ses enjeux de fonctionnement avant tout autre considération. Cette orientation a en partie été influencée par notre partenaire, la mairie de Quito, organisme-clef en charge de la gestion et de la planification urbaine, dont les compétences ont été notablement renforcées depuis la loi sur le Régime Municipal du District Métropolitain de 1993. D'autre part, face à la multiplicité des aléas auxquels est confronté le district, et face à l'impossibilité de prévoir avec certitude leur occurrence, les lieux de survenance, leur étendue, il nous paraissait opportun d'analyser de prime abord les piliers du fonctionnement du système urbain beaucoup plus tangibles, avant d'analyser dans un deuxième temps leurs vulnérabilités et exposition éventuelle aux aléas, thèmes développés en troisième partie.

1.2.2 – Les trois grands types d'enjeux du fonctionnement du système territorial de Quito analysés dans le cadre du programme

L'ouvrage « *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito* »[119] présente un bilan de cette analyse de décryptage des enjeux, notamment majeurs[120], menée dans le cadre du programme de recherche. Il présente trois grandes sections :

- 1 / les enjeux des habitants et de leurs besoins,
- 2 / les enjeux de la logistique urbaine,
- 3 / les enjeux de l'économie et de la gestion du district.

Le chapitre XII[121] en deuxième section, aborde plus spécifiquement les enjeux de la mobilité urbaine. Ce dernier détaille les enjeux de la gestion de la mobilité (acteurs), les enjeux du support physique (réseau viaire, infrastructures routières et équipement de transport) et les enjeux de fonctionnement de la mobilité (couloir de transport en commun, axes les plus transités, zone de plus grande affluence…) que nous reprenons ici en approfondissant la méthode de décryptage.

[119] D'ERCOLE R., METZGER P., 2002.
[120] Nota : les enjeux de crise ne sont pas développés dans ce premier ouvrage. Ils seront analysés dans le prochain volume sur la vulnérabilité.
[121] Rédigé par F. DEMORAES.

1.2.3 – Les enjeux : une notion toute relative, fonction de l'échelle d'étude

En introduction de l'ouvrage, est présentée une réflexion qui montre le gradient croissant qui existe entre d'une part ce qui est important, c'est-à-dire les enjeux à différentes échelles, que ce soit au niveau de l'individu, du ménage, du quartier, et d'autre part, ce qui est enjeu majeur, c'est-à-dire essentiel à la société dans son ensemble, essentiel au fonctionnement du système territorial métropolitain[122]. « Bien sûr, la notion d'importance est toute relative. En effet, ce qui est important pour un individu ne le sera pas nécessairement pour un autre. Le degré d'importance varie selon deux grands types de logiques : une logique issue du niveau socio-économique de la population, de leurs ambitions, des pratiques sociales et une logique spatiale ou de proximité. Par exemple, les transports en commun ne présentent qu'un intérêt mineur pour celui qui possède une voiture. D'un autre côté, la logique de localisation ou de proximité fera que ce qui importe particulièrement dans un lieu donné, se révèle d'un intérêt secondaire ailleurs. Par exemple, une installation d'eau potable approvisionnant un quartier est d'une importance vitale pour les habitants de ce quartier, mais d'un intérêt secondaire pour ceux qui résident dans d'autres secteurs fournis en eau par des installations différentes ». Il ressort donc que « l'échelle à laquelle se place le chercheur est fondamentale pour déterminer ce qui est important. Se situer à l'échelle d'une agglomération permet d'identifier les éléments d'intérêt commun, qui sont importants pour tout le monde, comme l'approvisionnement en denrées alimentaires, l'emploi ou les axes de circulation, ou pour une grande partie de la population comme un hôpital ou une université. La même procédure appliquée à un quartier ne fournira pas le même résultat. Une association, une petite école, un terrain de sport, un espace vert ou un marché local, de faible importance au niveau de l'agglomération, peut se révéler fondamental pour la vie de ce quartier ».

1.2.4 – Intérêt d'une démarche par les enjeux dans une analyse de risque

Il y a encore quelques années, la définition du risque se contentait de mettre en relation les aléas (phénomènes d'origine naturelle capables d'affecter les intérêts humains) et la vulnérabilité (propension à connaître des dommages) des éléments exposés (personnes, patrimoine, activités, infrastructures). Grâce à quelques travaux de recherche[123] entrepris dans le milieu de la décennie 90, cette définition a progressivement évolué en tentant de ne plus considérer seulement l'ensemble des éléments présentant un intérêt humain exposés à un aléa mais de leur donner du relief afin de distinguer les enjeux majeurs sur lesquels toute l'attention devra être portée. Cette évolution sous-tend des implications en matière de recherche sur les risques et d'aide à la prévention. Pour être efficace et opérationnelle en matière d'aide à la décision, les travaux doivent se focaliser sur certains espaces et certains éléments qui doivent être pris en compte de manière prioritaire. En effet leur perte, leur

[122] Cette introduction apparaissait d'autant plus nécessaire que le terme « enjeu » n'a pas d'équivalent en langue castillane, dans laquelle est écrit le livre. La notion « d'enjeu » est donc traduite par les termes « elemento importante » ou « elemento de interés » et la notion « d'enjeu majeur » par les termes « elemento esencial » ou « elemento de mayor interés ». La notion d'enjeu n'a pas non plus d'équivalent direct en anglais.

[123] Les premières réflexions méthodologiques dans ce domaine ont commencé en 1996 dans le cadre d'une collaboration entre le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) et le Département de Géographie de l'Université de Savoie dont sont issus les travaux sur Nice et Annecy, préalablement mentionnés.

endommagement constituerait un grave handicap pour le fonctionnement et le développement du système étudié et pour le fonctionnement et le développement d'autres systèmes qui lui sont liés. Le défi est de taille puisque « la proposition conceptuelle sous-jacente à cette démarche, situe la question des enjeux majeurs (susceptibles d'être exposés aux aléas et d'être vulnérables) au centre de la définition du risque ».

Comment définissons nous dans cette étude les enjeux de la mobilité ? Quels types d'enjeux de la mobilité considérons-nous ? Quels sont donc les enjeux du fonctionnement de la mobilité à Quito ? Quelles échelles retenons-nous ? Quelles méthodes allons-nous développer pour les identifier ?

2 - Les enjeux majeurs du fonctionnement du système de mobilité métropolitaine

Dans cette partie, nous entendons avant tout par enjeux de la mobilité, les échanges et infrastructures associées, essentiels au fonctionnement du système, acquis, construits, façonnés, organisés progressivement par la société et les pouvoirs publics mais qui peuvent être remis en cause, endommagés voire perdus sous l'action de pressions internes ou de forçages externes. La remise en question ou la perte de ces enjeux laisse présager de graves dysfonctionnements du système de mobilité et pourrait au final altérer la pérennité du développement du système territorial dans son ensemble. En effet, la mobilité est en soi un enjeu pour une société, pour une ville, elle est facteur de richesse et de développement. Il convient donc d'identifier les éléments essentiels à son fonctionnement, à son organisation, mis en place par la société.

2.1 - Echelle et types d'enjeux de fonctionnement retenus

2.1.1 – Une identification des enjeux de la mobilité à l'échelle de l'agglomération

L'échelle d'identification des enjeux de la mobilité que nous retenons est celle associée au fonctionnement de l'agglomération dans son ensemble, fonctionnement qui est fortement dépendant de celui de la ville de Quito stricto sensu en plus particulièrement de son espace central associé à la centralité. Cette échelle présente l'avantage d'être en adéquation avec l'échelle d'action des gestionnaires municipaux en matière de voirie et de transport (voir première partie) et également en matière de gestion des risques. En effet, c'est surtout depuis 1999, suite à la crise volcanique du *Pichincha*, que la municipalité de Quito a obtenu sur décision présidentielle toute une série de compétences en matière de gestion des risques[124]. Les enjeux sont répartis à travers les différents sous-ensembles géographiques de l'agglomération (périphéries rurales, parties suburbaines, partie urbaine et espace central). Ces enjeux contribuent au fonctionnement général de l'espace métropolitain (accès au district,

[124] Jusqu'en 1999, la gestion des risques était une responsabilité de la Direction Nationale de Défense Civile dépendant du gouvernement national

communications centre-périphérie…). Nous verrons qu'en fonction des sous-ensembles géographiques considérés, une adaptation de la méthode d'identification des enjeux, avec en particulier le recours à des variables distinctes et la définition de seuils différents, devra être effectuée. L'échelle locale (le quartier) n'a pas été retenue, car ce que nous recherchions étaient avant tout, les éléments d'intérêt commun, importants pour tous les citadins ou pour une grande partie de la population et importants pour le fonctionnement de l'agglomération.

2.1.2 – Les enjeux de la mobilité : le ciblage sur les enjeux-objets essentiels

2.1.2.1 – Enjeux et enjeux-objets

Les enjeux de la mobilité relèvent de différentes catégories. Ils peuvent être matériels ou immatériels, localisables dans l'espace ou non. On peut considérer comme enjeux certains flux intenses (les mouvements pendulaires, les déplacements vers les centralités, les communications avec d'autres pôles urbains importants), certains ouvrages (un pont-clef reliant deux secteurs de la ville, une grande station de correspondance dans un réseau intégré de transport, une voie d'accès à une centralité..), certains modes de transport performants ou essentiels aux citadins (les services de transport en commun intégrés et rapides fonctionnant en site propre, le transport en commun dans les villes du sud) et certains acteurs-clefs impliqués au quotidien dans la gestion de la mobilité (les organismes tutélaires, les instances de régulation et de contrôle).

Par rapport à notre problématique « géographique », nous nous sommes intéressés à identifier les éléments matériels essentiels et les lieux où se ils trouvent, afin d'en évaluer ultérieurement la vulnérabilité qui comprend notamment l'exposition aux aléas et leur niveau d'accessibilité. Par conséquent, nous restreignons notre analyse principalement aux enjeux ayant une implantation spatiale, c'est-à-dire aux enjeux-objets localisables. Les enjeux-objets sont donc des infrastructures routières et équipements de transport supportant des dynamiques enjeux. La question que l'on se pose est de savoir à partir de quels critères nous allons pouvoir juger du caractère essentiel de l'objet ?

2.1.2.2 – Des enjeux-objets déterminés par l'importance des flux et des transports en présence

Pour extraire les enjeux-objets, une analyse conjointe de l'ensemble des composantes de la mobilité est nécessaire. Par exemple, pour déterminer si un pont est essentiel pour le district, on ne peut pas se contenter de considérer uniquement des variables quantitatives du système « support physique » comme les dimensions de l'infrastructure (longueur, largeur). A elles seules, elles ne suffisent pas à juger s'il s'agit d'un ouvrage stratégique ou non. Il faut nécessairement avoir recours à des variables d'autres systèmes (flux, transport). On pourra ainsi déterminer « l'éligibilité » de l'ouvrage à la catégorie « enjeu majeur », s'il supporte par exemple un grand nombre de déplacements, qui matérialisent l'importance de l'axe à l'échelle régionale, urbaine, ou s'il est unique, c'est-à-dire s'il n'existe pas d'autre pont proche permettant la jonction qu'il assure entre les deux secteurs … De plus, une telle approche

permet de palier à certaines lacunes dans les données d'un système particulier. Par exemple, pour déterminer si un axe est un enjeu majeur, alors qu'on ne dispose pas de comptages de véhicules, on peut regarder si cette artère fait partie des axes structurants du district ou si elle occupe une place essentielle dans les réseaux de transport à différentes échelles (urbain, interparoissial, intercantonal et interprovincial). De même, l'évaluation du degré d'interdépendance de deux secteurs (à partir de variables socio-économiques) peut faire ressortir l'essentialité de leurs échanges, de leurs relations et permet de mettre en exergue l'axe support de ces échanges. L'axe en question sera alors considéré comme enjeu-objet.

L'objectif est maintenant de procéder au repérage successif des axes enjeux, des infrastructures routières enjeux, des équipements enjeux du transport et enfin des acteurs enjeux.

2.2 –Différenciation, hiérarchisation et cartographie des axes importants du district : un travail préalable à l'identification des axes enjeux

Dans cette section, nous reprenons l'information concernant les communications au niveau des quatre sous-ensembles géographiques précédents : les échanges avec l'interface extérieure du système métropolitain, les déplacements entre la ville et son agglomération, la mobilité en ville et au niveau de l'espace central. L'objectif est de ne retenir que les déplacements très importants ou essentiels pour le fonctionnement du district et d'extraire les axes et infrastructures associées. Nous hiérarchisons dans un premier temps les axes dans l'ordre suivant :

axes assez importants → axes importants → axes très importants → axes essentiels

Les axes très importants et les axes essentiels seront regroupés, dans un deuxième temps, sous la dénomination « enjeux majeurs » (cf. infra).

L'outil utilisé pour mettre en œuvre une partie de ce travail est le logiciel SIG *Savane* développé par Marc Souris, chercheur informaticien et mathématicien à l'IRD. Ce logiciel a largement influencé notre méthode compte tenu de ses possibilités mais aussi compte tenu de ses contraintes. Nous verrons également que la méthode et les variables considérées diffèrent en fonction du nombre d'éléments à hiérarchiser dans les différents sous-ensembles géographiques de l'agglomération. On ne peut pas, par exemple, retenir les mêmes critères pour comparer une des quatre voies d'accès au district et les centaines d'avenues en ville. Ces choix, aussi objectifs soient-ils, n'en demeurent pas moins arbitraires, nous en sommes bien conscients.

2.2.1 – Les accès au district

2.2.1.1 – Présentation des trois critères de différenciation retenus

Les quatre voies d'accès au district ont été examinées en utilisant les trois variables suivantes (cf. tableau 10) :

- 1 / L'importance du trafic
- 2 / L'importance du transport en commun interprovincial
- 3 / L'importance des rapports qu'entretient le district avec les autres provinces

Nous avons classé les quatre accès à l'aide des trois variables en leur attribuant une position (de 1 à 4). Par exemple, pour la première variable, la Panaméricaine Sud enregistre un trafic de l'ordre de 23 000 véhicules par jour dans les deux sens (valeur de trafic interprovincial la plus élevée de l'Equateur). Elle obtient donc la valeur 1 (première position). La route *Interoceánica*, la moins fréquentée, se retrouve en quatrième position. Nous avons procédé de même pour classer l'importance du transport en commun interprovincial dont nous connaissons l'essentialité compte tenu des faibles taux de motorisation individuel nationaux. Près de 3 300 bus appartenant à 52 compagnies empruntent la Panaméricaine Sud tous les jours, valeurs également les plus élevées comparées aux autres accès, ce qui lui vaut d'être placée de nouveau en première position. Enfin, nous avons estimé l'ampleur des liens qu'entretient le district avec les autres provinces. Pour cela, nous avons considéré la situation de Quito dans le réseau urbain équatorien et les caractéristiques migratoires de la population qui s'y est récemment établie. Deux tiers des principaux centres urbains se trouvent au Sud du District parmi lesquels l'agglomération portuaire de *Guayaquil*. L'autoroute Panaméricaine Sud est utilisée aussi bien pour desservir la Sierra Centrale, la Sierra Sud que l'ensemble de la Côte. 66 % des nouveaux arrivants à Quito proviennent de ces provinces et effectuent régulièrement des déplacements vers leur province d'origine pour rendre visite à leur famille. Ces caractéristiques exceptionnelles permettent de comprendre d'autant mieux les deux variables précédentes et confèrent de nouveau la première position à la Panaméricaine Sud.

2.2.1.2 – Synthèse : hiérarchisation des accès au district

A ce stade, nous avons effectué la somme des positions. L'autoroute Panaméricaine Sud obtient la plus faible valeur (3) correspondant à la somme de ses trois premières positions. Ceci confirme la très nette primauté de cet axe du point de vue des relations que le district entretient avec le reste du pays. Nous la plaçons dans la catégorie « axe essentiel ». La route *Interoceánica* est à l'opposé la moins essentielle au regard des communications avec les autres provinces. Elle enregistre un total de 11, car se trouvant en dernière position dans deux domaines, et en avant dernière position pour le transport en commun. Nous la plaçons dans la catégorie « axe important ». Parmi quatre voies d'accès, le choix de n'en retenir qu'une seule dans la catégorie « axe essentiel » est extrêmement restrictif. C'est pourquoi, nous retenons également la Panaméricaine Nord comme « axe très important » car son rôle, même inférieur à la Panaméricaine Sud, est largement supérieur aux deux autres accès (*Interoceánica* et Route Nord Occidentale).

En résumé, les Panaméricaines Sud et Nord (voir photos 16 et 17) sont les deux axes qui permettent d'assurer l'essentiel des communications qu'entretient le district avec l'extérieur et d'asseoir indirectement sa capitalité.

	1			2				3		
	Importance du trafic			**Importance du transport en commun interprovincial**				**Lien avec les autres provinces**		
Voies d'accès au District	**Volumes de trafic quotidien à l'entrée du district**	**Commentaire**	**Position**	**Nombre de bus par jour (dans les deux sens)**	**Nombre de compagnies de bus inter-provinciales**	**Commentaire**	**Position**	**Estimation des liens avec les autres provinces**	**Importance des connexions**	**Position**
Route Nord-Occidentale	2 053	(véhicules légers + bus + poids lourds, dans les deux sens) *Source : HCCP 2001*	**3**	40	3	Sont comptabilisées les lignes allant vers la côte en passant par Santo Domingo. *Source : Gare routière Cumandá*	**4**	Les liens avec la côte sont intenses, mais cet itinéraire n'est que très peu fréquenté par les compagnies de transport interprovincial car les villages jalonnant cette route sont rares, tout comme les ateliers mécaniques.	modérée	**3**
Panaméricaine Nord	10 387	(véhicules légers + bus + poids lourds, dans les deux sens) *Source : MOP 2001*	**2**	1 360	13	Sont comptabilisées les lignes allant vers les provinces du Nord et la Colombie à la sortie de Guayllabamba. *Source : Gare routière Cumandá*	**2**	Présence de villes intermédiaires dynamiques telles Otavalo, Cayambe, Ibarra, Tulcán, toutes situées dans un vaste couloir de communication vers la Colombie. 13,2% des nouveaux arrivants (installés dans le DMQ au cours des 5 dernières années) proviennent de ces provinces	forte	**2**
Interoceánica	1 054	(véhicules légers + bus + poids lourds, dans les deux sens) *Source : MOP 2001*	**4**	280	7	Sont comptabilisées les lignes allant vers l'Amazonie à l'est de Pifo sur la route à Baeza. Sur cet axe les bus représentent plus du quart du trafic. *Source : Gare routière Cumandá*	**3**	Les terres amazoniennes sont peu peuplées et ne comportent aucun grands centres urbains. Moins de 6% des nouveaux arrivants proviennent de ces provinces orientales.	faible	**4**
Panaméricaine Sud	22 949	(véhicules légers + bus + poids lourds, dans les deux sens) *Source : MOP 2001*	**1**	3 270	52	Sont comptabilisées les lignes au niveau de Tambillo (celles assurant un service vers les provinces de la Sierra Centre et Sud et celles allant vers la côte par l'itinéraire Aloag-Sto Domingo). *Source : Gare routière Cumandá*	**1**	Deux tiers des principaux centres urbains se trouvent au Sud du District parmi lesquels l'agglomération portuaire de Guayaquil. La Panaméricaine sud est utilisée aussi bien pour desservir la Sierra Centrale, la Sierra Sud mais aussi l'ensemble de la côte.	très forte	**1**

BILAN

Voies d'accès au District	**Somme des positions**	**Hiérarchisation**	**Enjeu majeur pour les communications avec l'exterieur du district**
Route Nord-Occidentale	**10**	important	**non**
Panaméricaine Nord	**6**	très important	**oui**
Interoceánica	**11**	important	**non**
Panaméricaine Sud	**3**	essentiel	**oui**

Tableau 10 : Variables considérées pour la hiérarchisation des voies d'accès au district



Photo 16 : Panaméricaine Nord.
Axe très important support des communications avec l'extérieur du DMQ ; prise de vue depuis *Calderón* en direction du nord-est vers *Guayllabamba* ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***



Photo 17 : Panaméricaine Sud.
Axe essentiel support des communications avec l'extérieur du DMQ ; prise de vue au niveau de l'échangeur de la *Plywood* en direction du sud ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***

2.2.2 – Les axes centre périphérie

2.2.2.1 – Présentation des six critères de différenciation retenus

Les quatre axes supports des déplacements alternants ont été examinés en utilisant les six variables suivantes (cf. tableau 11) :

- 1 / L'importance du trafic
- 2 / L'importance du transport en commun interparoissial
- 3 / Le poids démographique des espaces périurbains
- 4 / Les possibilités de prolongement des communications vers l'extérieur du DMQ et l'intensité de ces déplacements
- 5 / Les dépendances des espaces suburbains envers la ville de Quito
- 6 / L'existence d'alternatives routières pour relier les espaces suburbains à la ville.

Nous avons classé les quatre axes à l'aide des six variables en leur attribuant une position (de 1 à 4). Par exemple, pour la première variable, la vallée de *Los Chillos* entretient le trafic le plus élevé avec la ville (38 000 véhicules tous types confondus par jour dans les deux sens), ce qui lui vaut d'être en première position, juste devant la vallée de *Cumbayá-Tumbaco*. En ce qui concerne les déplacements réalisés en transport en commun interparoissial (deuxième variable), c'est le secteur de *Carapungo-Carcelén* qui ressort en première position avec près de 58 000 déplacements de personnes par jour dans les deux sens.

Dans la troisième variable, nous considérons le poids démographique des différents espaces périphériques. L'idée est de montrer la taille des populations susceptibles de se rendre à Quito. La vallée de *Los Chillos* avec 182 000 habitants (INEC-2001) occupe la première place devant les secteurs de *Tumbaco-Cumbayá* et de *Carapungo-Carcelén*.

La quatrième variable correspond au prolongement possible des flux empruntant les axes centre périphérie. En effet, ces derniers servent bien sûr pour les mouvements pendulaires mais aussi pour le trafic interprovincial dont on connaît la forte variabilité en fonction des directions. La logique sous-jacente et d'évaluer l'utilité des axes, à une autre échelle, celle du système de communications extra-métropolitaines. Parmi les quatre axes centre périphérie, celui reliant *Carapungo-Carcelén* à la ville ressort en première position, car il est parcouru par le plus grand nombre de véhicules (VL et bus) dépassant l'interface extérieure du système territorial métropolitain par la Panaméricaine Nord.

La cinquième variable permet de mesurer l'essentialité des communications centre périphérie. Nous considérons l'environnement du système de mobilité, les variables socio-économiques caractéristiques de chacun des sous-secteurs géographiques périurbains. Nous considérons que plus un secteur est dépourvu en fonctions urbaines, plus sa population est dépendante vis-à-vis du reste du système territorial métropolitain, c'est-à-dire que plus sa population doit se déplacer vers l'extérieur pour accomplir ses devoirs et satisfaire ses besoins. Près de 30 % de

la population du secteur de *Carapungo-Carcelén* effectue un trajet vers Quito tous les jours, valeur la plus forte comparativement aux autres secteurs, compte tenu de son caractère de cité-dortoir relativement défavorisée mis en évidence en première partie. En ce sens, sa dépendance envers Quito est très forte, ce qui lui vaut d'obtenir la première position. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard que la plus grande coopérative de transport interparoissial en commun de personnes se trouve à *Calderón* (flotte de 110 bus).

La sixième variable mesure l'essentialité de l'axe principal reliant Quito à ses périphéries en considérant l'existence d'alternatives viaires. En d'autres termes, s'il n'existe qu'un seul axe pour assurer les communications entre le centre et un espace périphérique donné, alors cette voie sera particulièrement vitale. Seul le secteur de *Pomasqui - Mitad del Mundo* n'est relié que par un seul axe[125] à la ville, situation particulièrement pénalisante. La position exprime ici le degré de complication pour que les mouvements pendulaires puissent être effectués en dehors de l'axe principal. La *Mitad del Mundo* se retrouve en première position, faute d'alternative possible. C'est la vallée de *Los Chillos* qui semble être la mieux reliée en dehors de son axe principal (Autoroute *Rumiñahui*) par l'ancienne route à *Conocoto*. En dépit de son étroitesse, la circulation y est relativement aisée, avec une pente moyenne faible (4,3°) et un indice de sinuosité modéré (1,5), ce qui veut dire que le parcours est seulement une fois et demie plus long que la distance à vol d'oiseau d'une extrémité à l'autre de la route[126].

2.2.2.2 – Synthèse : hiérarchisation des axes centre périphérie

A ce stade, nous avons effectué la somme des positions. L'axe vers *Carapungo-Carcelén* (voir photo 19) totalise la plus faible valeur (12). Nous l'avons placé dans la catégorie « axe essentiel ». Ceci étant sur quatre axes, on ne peut pas se contenter de n'en retenir qu'un seul compte tenu des faibles écarts entre les totaux. Nous retenons dans la catégorie « axe très important », les routes vers *Tumbaco* (voir photo 18) et vers *Los Chillos*, secteurs périurbains les plus peuplés avec près de 120 000 et 182 000 habitants qui, même s'ils comportent des centralités locales, restent très attachés à Quito comme le montre l'ampleur des mouvements pendulaires. Enfin, nous plaçons la route reliant *Pomasqui* à Quito dans la catégorie « axe important », car ce secteur est le moins peuplé des quatre (44 000 habitants).

Les autres routes structurantes situées en zone suburbaine, en dehors des voies centre périphérie, ont été classées dans la catégorie « axe assez important » (voir carte 28).

[125] Une piste en terre battue permet toutefois de relier la Mitad del Mundo à Carapungo, mais à la différence des trois autres cas, elle n'est pas goudronnée et n'est pas praticable par tous les véhicules ; de plus elle ne permet pas de rejoindre directement la ville.

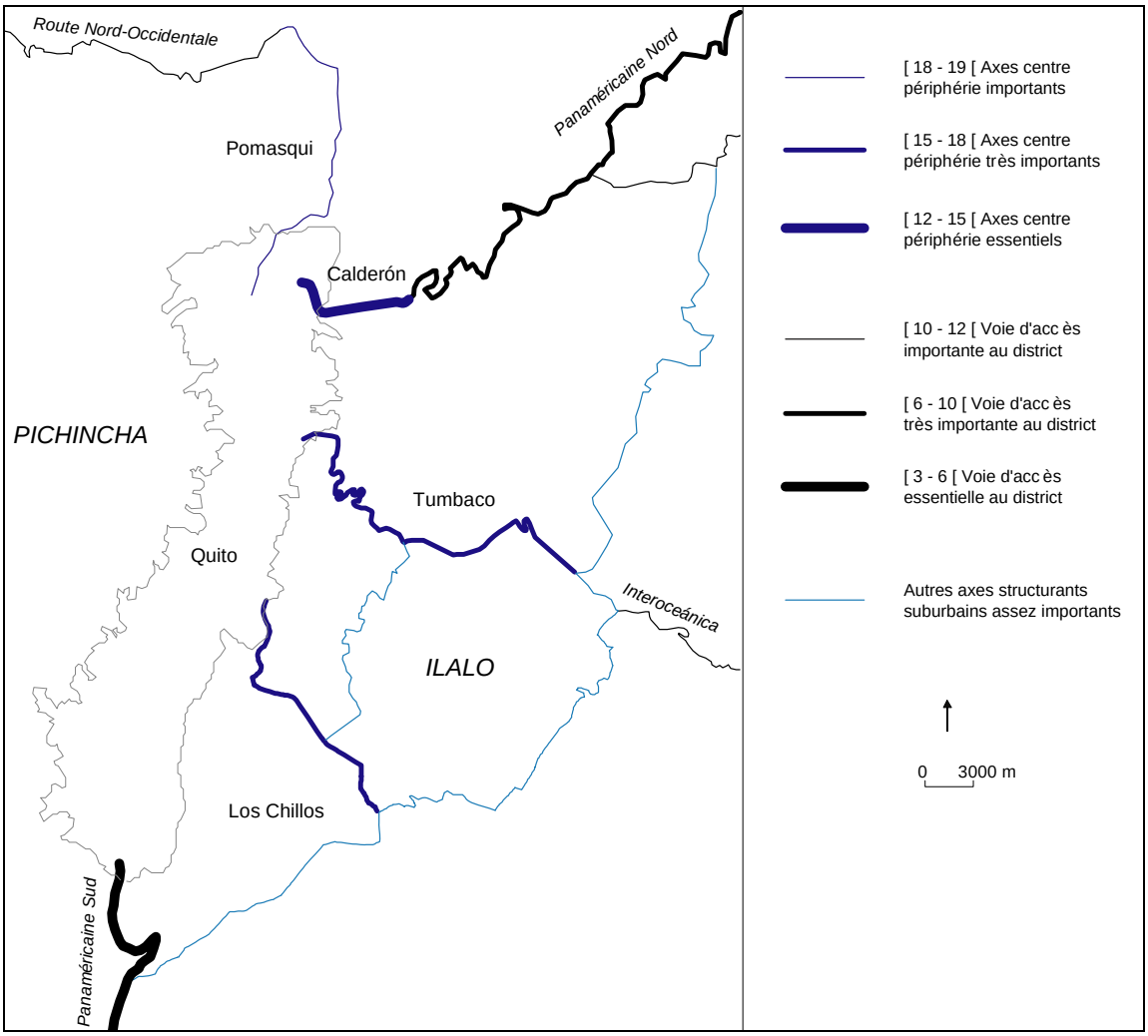
[126] Nota : les axes alternatifs sont des itinéraires qui permettent à partir d'un lieu de la vallée d'accéder à la ville de Quito. Le lieu d'arrivée dans la ville n'est pas forcément le même que celui de l'axe principal.

	1			2			3		4					5			6		
	Importance du trafic			**Importance du transport en commun interparoissial**			**Poids démographique**		**Possibilités de prolongement des communications vers l'extérieur du DMQ et intensité des déplacements**					**Intensité des dépendances des espaces suburbains envers la ville**			**Existence d'alternatives routières pour relier les espaces suburbains à la ville**		
Axes supports des mouvements pendulaires	**Volumes de trafic quotidien à l'entrée de la ville**	**Commentaire**	**Position**	**Déplacements de personnes en TC métropolitains**	**Commentaire**	**Position**	**Population**	**Position**	**Connexion vers l'extérieur du DMQ**	**Transit avec l'extérieur du DMQ sur les axes de prolongement**	**Nb de compagnies de bus inter-provinciales**	**Synthèse : Importance des connexions avec l'extérieur**	**Position**	**Degré de dépendance vis-à-vis de Quito (cf partie sur la répartition des fonctions urbaines et des communications centre-périphérie)**	**Synthèse : Degré de dépendance vis-à-vis de Quito**	**Position**	**Alternative routière possible**	**Commentaire**	**Position**
Pomasquí - Mitad Mundo	25 603	(véhicules légers + bus + poids lourds, dans les deux sens) *Source : HCCP 2001*	**4**	19 612	(dans les deux sens) *Enquête OD - 1998 UPGT*	**4**	44 000	**4**	vers Santo Domingo et la Côte	moins de 1500 véhicules légers et moins de 40 bus par jour (dans les deux sens)	3	très faible	**3**	En dehors de la proportion relativement forte d'industries, les autres fonctions locales sont restreintes. Aucun centre commercial, aucun centre sanitaire ayant une capacité d'hospitalisation n'y est implanté. 22,3% des gens résidant ce secteur se déplacent vers Quito	forte	**2**	non	NB : une piste permet toutefois de relier la Mitad del Mundo a Carapungo, mais à la différence des trois cas suivants, elle n'est pas goudronnée et n'est pas praticable par tous les véhicules	**1**
Carapungo-Calderón	33 854	(véhicules légers + bus + poids lourds, dans les deux sens) *Source : UPGT 2000*	**3**	57 645	id	**1**	91 000	**3**	vers Cayambe, Imbabura, Carchi, Colombie	près de 7000 véhicules légers et 1360 bus par jour (dans les deux sens)	13	forte	**1**	Les activités locales se résument à quelques industries et une mairie de quartier. En revanche, aucun centre commercial, aucun centre sanitaire ayant une capacité d'hospitalisation n'y est implanté. **30**% des gens résidant ce secteur se déplacent vers Quito	très forte	**1**	oui	Par El Comité del Pueblo, mais cet itinéraire est très sinueux, étroit et pentu. L'indice de sinuosité (distance de Manhattan sur distance euclidienne) est le plus élevé (**2,09**). La pente moyenne est de 5,93°	**3**
Cumbayá-Tumbaco	34 159	(véhicules légers + bus + poids lourds, dans les deux sens) *Source : UPGT 2001*	**2**	51 680	id	**2**	120 000	**2**	Vers l'Amazonie	près de 320 véhicules légers et 280 bus par jour (dans les deux sens)	7	très faible	**4**	Par rapport aux deux sous-ensembles précédents, présence d'un plus grand nombre de services et activités en particulier au niveau des deux centralités locales (Cumbayá et Tumbaco). 21,5% des gens résidant ce secteur se déplacent vers Quito chaque jour	modérée	**3**	oui	Par Guápulo, mais cet itinéraire est très sinueux, étroit et pentu. L'indice de sinuosité est modéré (1,37). La pente moyenne est de **9,63°**	**2**
Los Chillos	38 000	(véhicules légers + bus + poids lourds, dans les deux sens) *Source : Tribasa Colisa 2001*	**1**	19 215	idem mais valeur sous-estimée car ne comprenant pas les déplacements intercantonaux	**3**	182 000	**1**	vers la Panaméricaine Sud (par Amaguaña et Tambillo)	près de 7000 véhicules légers et 560 bus par jour (dans les deux sens)	4	assez forte	**2**	la configuration de cet espace avec deux centralités (Conocoto et Sangolquí), bien que plus peuplée, semble proche de celle de la vallée de Tumbaco.	modérée	**4**	oui	Par l'ancienne route à Conocoto, mais cet itinéraire est très sinueux, étroit et pentu. L'indice de sinuosité est modéré (1,51). La pente moyenne est de 4,3°	**4**

BILAN

Axes supports des mouvements pendulaires	Somme des positions	Hiérarchisation	Enjeu majeur pour les communications centre périphérie
Mitad Mundo	**18**	important	**non**
Calderón	**12**	essentiel	**oui**
Tumbaco	**15**	très important	**oui**
Los Chillos	**15**	très important	**oui**

Tableau 11 : Variables considérées pour la hiérarchisation des axes centre périphérie



Carte 28 : Synthèse cartographique de la hiérarchisation des axes suburbains (accès au district et axes centre-périphérie)



Photo 18 : Route de *Cumbayá*.
Axe centre périphérie très important support des mouvements pendulaires reliant Quito à la vallée de *Cumbayá* et *Tumbaco* ; prise de vue à proximité de l'échangeur de *Cumbayá*
(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)



Photo 19 : Panaméricaine Nord.
Axe centre périphérie essentiel support des mouvements pendulaires et des communications avec l'extérieur du DMQ ; prise de vue au niveau de *Calderón* en direction de Quito
(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)

2.2.3 – Les axes urbains

2.2.3.1 – Présentation des quatre critères de différenciation retenus

La méthode est ici différente. Nous devons choisir parmi des centaines d'avenues urbaines celles qui sont les plus utilisées en fonction des différents modes de transport.

Nous avons considéré les quatre variables suivantes :

- 1 / Les axes urbains qui connaissent les plus fortes charges de trafic
- 2 / Les corridors où se concentre la circulation du transport en commun conventionnel
- 3 / L'axe de circulation du trolleybus
- 4 / Les couloirs utilisés par les transports interparoissial, intercantonal et interprovincial

La première variable permet de mesurer l'usage des avenues par la circulation automobile au sein de Quito. Les axes les plus empruntés par la circulation sont d'autant plus importants qu'il n'existe pas beaucoup d'alternatives routières susceptibles de supporter ces volumes. La détermination des seuils de trafic au-delà desquels nous classons les avenues dans la catégorie « enjeux majeurs » a été influencée par trois facteurs : (i) l'orientation, (ii) la localisation et (iii) la structuration du support physique.

La circulation automobile dans Quito est organisée essentiellement selon une dynamique longitudinale. Considérer un seuil à partir des volumes de trafic enregistrés sur des axes nord-sud aurait conduit à définir un seuil trop élevé ne permettant pas de retenir des axes transversaux, à plus faible trafic. Considérer un seuil plus bas aurait conduit à garder presque toutes les artères nord sud pour pouvoir retenir quelques voies transverses. L'orientation des axes a donc influencé les seuils (cf. infra) tout comme leur localisation. En effet, la plupart du trafic routier en ville est enregistrée au nord de la colline du *Panecillo*, dans l'espace central, lieu de concentration des activités socio-économiques. Nous avons donc défini des seuils supérieurs au nord. Enfin, pour fixer les seuils pour les axes longitudinaux et transversaux, au nord et au sud de la ville, nous avons analysé la fréquentation de certains axes caractéristiques qui occupent une place particulière dans l'agencement du réseau routier. Par exemple, au nord, c'est le trafic sur l'Avenue *Colón*, un des rares axes situés en plein centre moderne permettant de circuler d'est en ouest de la ville, qui a permis de déterminer le seuil des axes transversaux. Nous avons retenu la valeur de 20 000 véhicules par jour dans les deux sens. Pour les axes longitudinaux du nord, nous avons retenu le seuil de 30 000 véhicules, à partir du trafic enregistré sur l'Avenue *América*, qui joue un rôle essentiel pour relier le centre historique et le nord de la ville. Au sud, nous n'avons retenu qu'un seuil unique. En effet, les écarts entre la fréquentation des axes est-ouest et nord-sud sont beaucoup moins prononcés qu'au nord. Nous avons retenu la valeur de 15 000 véhicules compte tenu des valeurs observées sur l'Avenue Panaméricaine au sud de la ville, véritable épine dorsale. Le tableau 12 reprend les volumes de trafic mesurés par la DMT sur les artères urbaines[127].

[127] Ces comptages ont été réalisés tout d'abord par la UPGT et continués par la suite par la DMT au cours des quatre dernières années. Ils ont été effectués sur la plupart des grandes artères de la ville. Cependant les comptages font encore défaut sur certains tronçons. Dans certains cas, nous avons « extrapolé » en demandant

Localisation dans la ville	Avenue principale	orientation	intersection	Volume de trafic dans les deux sens
N	10 DE AGOSTO	S/N	JUAN SANZ E IGNACIO SAN MARIA	61966
N	AMAZONAS	S/N	COREA Y JUAN SANZ	43636
N	AMAZONAS	N/S	NN-UU	44556
N	AMERICA	N/S	MAÑOSCA Y FERNANDEZ	33125
N	AMERICA	N/S	MARIANA DE JESUS Y RUMIPAMBA	32940
N	AMERICA	N/S	RAMIREZ DAVALOS Y MARCHENA	31294
N	ELOY ALFARO	S/N	GRANADOS (APROX. NORTE)	45242
N	ELOY ALFARO	S/N	GRANADOS (APROX. SUR)	45403
N	G. PLAZA LASSO	S/N	J. RAMOS (CARAPUNGO)	33854
N	MARISCAL JOSE SUCRE	S/N	TUNELES DE SAN JUAN	69897
N	PRENSA	N/S	LA Y	46156
N	SHYRIS	S/N	ELOY ALFARO	31790

supérieur à 30 000

N	COLON	E/O	10 DE AGOSTO Y VERSALLES	21456
N	COLON	O/E	AMAZONAS	21989
N	GRANADOS	O/E	ELOY ALFARO (APROX. ESTE)	34159
N	MARIANA DE JESUS	O/E	AMERICA Y FRAY GASPAR DE CARVAJAL	25646
N	MARISCAL JOSE SUCRE	E/O	CARDENAS Y JOSE CARRION	25378
N	MARISCAL JOSE SUCRE	O/E	F. PIZARRO Y CARDENAS	22579
N	MARISCAL JOSE SUCRE	O/E	INGAS Y RUMIURCO	23349
N	MARISCAL JOSE SUCRE	O/E	RUMIURCO Y F. PIZARRO	24202
N	NN-UU	E/O	R. DEL SALVADOR Y 6 DE DICIEMBRE	29155
N	PATRIA	E/O	6 DE DICIEMBRE Y REINA VICTORIA (APROX. OESTE)	28124
N	PATRIA	E/O	AMAZONAS Y JUAN LEON MERA	47813
N	PATRIA	E/O	PLAZA Y 6 DE DICIEMBRE	26863
N	REPUBLICA	E/O	AMAZONAS Y GRECIA	33991

supérieur à 20 000

S	MALDONADO	N/S	R. CHAVEZ Y A. ANGULO	15464
S	MARISCAL JOSE SUCRE	N/S	R. CHAVEZ Y TNTE. GARCIA	29726
S	NAPO	S/N	CASITAGUA Y 1ro DE MAYO	21076
S	PANAMERICANA SUR	S/N	200 M ANTES DEL PEAJE SUR, DENTRO DE QUITO	18114
S	PEAJE SUR	S/N		15282

Supérieur à 15 000

S	ALONSO DE ANGULO	O/E	MALDONADO Y MENDOZA	15744
S	NAPO	O/E	MALDONADO Y CASITAGUA	19862
S	R. DE CHAVEZ	E/O	MALDONADO Y MENDOZA	16868

Supérieur à 15 000

Tableau 12 : Boulevards enregistrant les plus forts trafics
Source : UPGT-DMT, 1999-2001 (jours ouvrables)

conseil au responsable des comptages de la mairie, Wladimir Aguire. Par exemple, nous avons retenu également l'Avenue Eloy Alfaro entre les avenues Shryris et 10 de Agosto, en dépit de l'absence de comptage.

Le cadre A de la carte 29 montre la prépondérance des axes à plus fort trafic au nord de la ville, en dépit du rééquilibrage opéré grâce à la différenciation des seuils. Une nette concentration de la circulation s'observe dans l'espace central entre l'Avenue transverse *Patria* et le Sud de l'aéroport. Quatre axes assurent l'accès à l'espace central depuis le Nord. Il s'agit des rocades est et ouest (avenues *Eloy Alfaro* et *Mariscal José de Sucre*), de l'avenue *Galo Plaza Lasso* (voir photo 22) et de l'avenue *Prensa*. Six axes latitudinaux ressortent : les avenues *Patria*, *Colón*, *Mariana de Jesús*, *República*, *Eloy Alfaro* et *Naciones Unidas*. La pression circulatoire est beaucoup moins marquée au sud de la ville. Deux artères longitudinales (avenues *Maldonado*, *Napo* et *Mariscal Sucre*, voir photos 20 et 21) et deux transversales (*Rodrigo de Chávez* et *Alonso de Angulo*) ressortent.

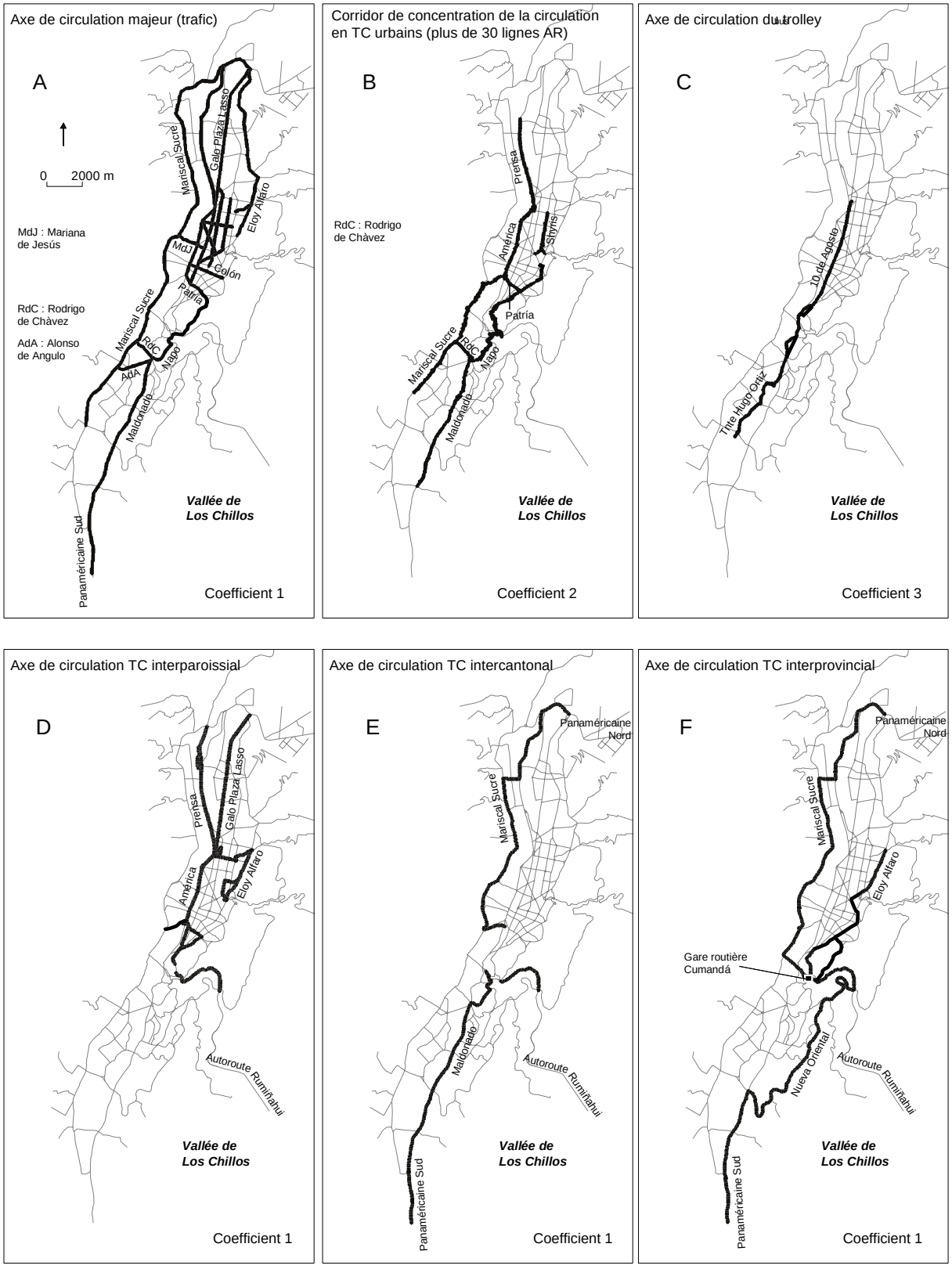
La deuxième variable (cadre B) a permis sur certains axes de mesurer l'intensité du transport en commun urbain conventionnel dont on connaît la primordialité dans les déplacements des Quiténiens. Nous avons retenu les artères sillonnées par plus de 30 lignes de bus urbains aller retour en reprenant la carte du réseau de transport établie au préalable[128]. Le cadre B fait ressortir deux axes longitudinaux de part et d'autre de la ville reliés par deux passerelles transverses (*Patria* et *Rodrigo de Chávez*). Cet agencement n'est autre que la matérialisation territoriale de la planification du système tutélaire, en l'occurrence l'EMSAT, qui organise le transport en commun principalement autour de grands axes de communication longitudinaux.

La troisième variable considère l'axe de circulation du trolleybus (cadre C). Le système trolleybus est un élément fondamental pour le transport des habitants de Quito. Son importance, en terme de passagers transportés, s'est accrue depuis sa mise en service en 1996. Nous l'avons vu, aujourd'hui, il transporte, en site propre, environ 210 000 personnes par jour, soit 11 % de la demande journalière en transport en commun. Comparé au système de transport conventionnel par bus, il présente de nombreux avantages. La qualité du service (régularité, fréquence, plage horaire de fonctionnement, rapidité), l'intégration tarifaire et du service, constituent ses atouts majeurs. On estime à environ 128 400 le nombre de logements situés à moins de 300 mètres du parcours du système intégré (parcours du trolley et lignes d'alimentation). Nous avons établi ce calcul à partir des compteurs d'électricité dans le SIG *Savane*, en créant un « masque », sorte de zone tampon de 300 mètres de part et d'autres des axes sur lesquels circule le système intégré. En considérant que 3,4 personnes vivent en moyenne par foyer[129], on peut dire qu'environ 437 000 personnes ont l'alternative d'accéder directement à pied à ce service[130]. Entre les quartiers *Cotocollao* à l'extrême nord du réseau intégré et *Paquisha* à l'extrême sud, il existe plus de 27 km., c'est-à-dire que ce réseau couvre plus de 85 % de la longueur totale de la ville de Quito stricto sensu, et peuvent être parcourus en ne payant qu'un seul passage. Le système trolleybus offre des possibilités pour se déplacer comme aucun autre mode de transport à Quito. Ceci explique son succès.

[128] Rappel : sur une section routière par laquelle 5 lignes circulent aussi bien à l'aller qu'au retour, la densité calculée est donc de 10 lignes AR. Nous avons adopté cette méthode par commodité. Nous avons en effet procédé à une géo-agrégation des lignes sur les tronçons routiers, servant d'objet de référence.

[129] L'INEC a recensé 1 413 700 habitants et 419 845 logements en ville en 2001. Nous savons que le nombre d'individus composant les ménages est fortement variable en fonction des conditions socio-économiques. Ceci étant, ne disposant pas d'information détaillée récente par quartier, nous devons nous contenter de cette valeur moyenne de 3,4 personnes par foyer.

[130] Cette distance est en réalité légèrement supérieure, compte tenu du fait qu'on accède au service intégré en des points précis (stations). Ceci étant, les arrêts sont suffisamment rapprochés les uns des autres (400 mètres tout au plus) pour ne pas accroître la distance de façon telle que ces personnes ne considèrent plus le service intégré comme alternative de déplacement.



Carte 29 : Détail de la méthode d'identification des axes urbains les plus importants en fonction des variables considérées

Une enquête réalisée par l'EMSAT en mai 2002 indique qu'en cas de restriction de l'usage des véhicules individuels par décision politique, 46 % des personnes utiliseraient le trolley comme moyen de locomotion de rechange. Depuis sa création, le système trolleybus a toujours été soutenu par la communauté. En avril 1996, les opérateurs de transport en commun conventionnel ont fait grève et ont paralysé la ville pour protester contre les mesures municipales qui obligeaient le retrait de la circulation de 1 100 bus âgés de plus de 20 ans et le report vers l'Avenue *América* des lignes qui circulaient initialement sur l'Avenue *10 de Agosto*, depuis lors réservée au trolley. C'est seulement après que soit déclaré l'état d'urgence et lancé un ultimatum par les forces militaires que les opérateurs de transport ont décidé de retirer leurs véhicules qui encombraient les rues de Quito. A cette occasion, la société civile s'est manifesté très largement en faveur de la politique municipale et a appuyé l'ouverture du système intégré, censé améliorer leur condition de déplacement. Le système trolleybus est un mode de locomotion très apprécié et peut être associé à un « bien commun[131] » des Quiténiens.

La quatrième variable considère les couloirs urbains utilisés par les transports interparoissial, intercantonal et interprovincial. A notre sens, une artère qui sert de support à plusieurs réseaux de transport relevant de différentes échelles, est essentielle. Ces itinéraires sont représentés dans les cadres D, E et F. Il s'agit des cheminements imposés par l'EMSAT en ce qui concerne le transport interparoissial, par le Conseil Provincial du Transit de *Pichincha* pour ce qui est du transport intercantonal, et par le Conseil National du Transit pour ce qui est du transport interprovincial (voir p.78). Dans le premier cas, les axes sont essentiellement d'orientation nord sud, en continuité avec les quatre axes centre périphérie. Dans le deuxième cas, trois axes sont empruntés, un en provenance du nord, un en provenance de la vallée de *Los Chillos* et le dernier en provenance de la Panaméricaine Sud. Dans le cas du transport interprovincial, les trois itinéraires (par le nord, l'est et le sud) convergent tous vers la gare routière de *Cumandá*[132].

[131] Dans son ouvrage « El medio ambiente urbano en Quito », P. METZGER (1996), la notion de « bien commun » est développée. Dans une perspective d'analyse environnementale urbaine, la mobilité est nécessairement un bien commun. En effet, l'accessibilité à la mobilité peut être considérée comme un droit dans le sens où elle est vitale aux citadins. La « production et la consommation » de ce bien commun, c'est-à-dire les moyens mis en œuvre pour son organisation et fonctionnement par les pouvoirs publics et son utilisation par les citadins, peuvent évoluer et contribuer à modifier les propriétés du bien commun (dégradation ou amélioration). Par exemple, dans une ville, plus le mode de production individuelle de la mobilité (voiture) aura tendance à augmenter, plus les embouteillages seront fréquents, détériorant ainsi le bien commun « mobilité » dans son ensemble. En réaction, les pouvoirs publics auront tendance à construire de nouvelles routes, des parkings plus grands, ou à favoriser des modes alternatifs (transport en commun, bicyclette), c'est-à-dire qu'ils modifieront la production du bien commun « mobilité ». De même, des changements dans le mode de production du bien commun « mobilité », visant à l'améliorer, peuvent induire des modifications d'autres bien communs de l'environnement urbain. Par exemple, l'adoption d'un métro dans une ville, permettant des déplacements massifs et rapides, engendre systématiquement une restructuration de l'occupation des sols urbains, autre bien commun.

[132] Ces itinéraires correspondent aux parcours officiels autorisés. Ceci étant, les bus ne les respectent pas toujours, la nuit notamment. Il est par exemple très fréquent que les bus interprovinciaux en partance pour le sud longent directement l'Avenue Maldonado et ne contournent pas la ville par la rocade, comme cela leur est imposé pour réduire le trafic urbain.

2.2.3.2 – Synthèse : hiérarchisation des axes urbains grâce au SIG

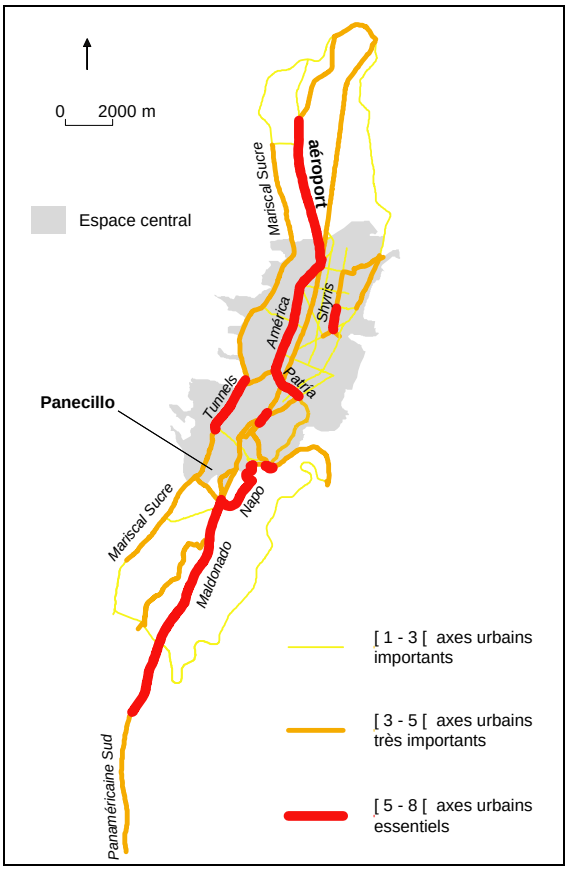
Après avoir repéré les voies urbaines qui ressortent d'après les quatre variables précédentes, nous les avons superposé (superposition des six cadres). Ce recoupement permet de singulariser des axes qui sont essentiels dans plusieurs domaines. Cette particularité leur confère une place-clef dans le fonctionnement de la mobilité métropolitaine. Si jusqu'à présent les différentes étapes se sont avérées « plutôt » aisées dans le SIG *Savane* (classement, hiérarchisation, restriction), la somme des différents enjeux sur des objets de référence uniques a nécessité une démarche spécifique conditionnée par les possibilités et les limites du logiciel. *Savane* est le module d'exploration cartographique, de traitements statistiques et de requêtes topologiques. Ce module spécifique du SIG permet d'avoir accès à la géobase mais ne permet pas de la modifier. Pour cela il faut passer par deux autres modules que sont *Savedit* pour la digitalisation et *Savateca* pour l'intégration des données. Cette conception a été développée pour qu'un utilisateur puisse consulter l'information à différents desseins. Cette configuration est particulièrement adaptée à l'usage que peut en faire une municipalité (rendre accessible à la collectivité son information mais en rester maître pour prévenir toute modification frauduleuse, par exemple sur un PLU). Ce verrouillage présente, dans le cadre de notre étude, un certain handicap. Par exemple, pour individualiser les axes centre périphérie majeurs, les caractéristiques des objets intégrés dans la base ne correspondaient pas précisément à ce que nous recherchions. Les lignes étaient soient trop longues, soient trop courtes et ne coïncidaient pas exactement avec le tronçon voulu. Le développement récent d'une nouvelle fonctionnalité a permis de remédier à ce problème. Il s'agit de l'option dénommée « *tronçonnement* », qui permet de diviser une ligne en de multiples segments de dimension constante, déterminée par l'utilisateur. En l'occurrence, nous avons sectionné les axes routiers principaux en tronçons de 50 mètres de longueur. Ensuite, à l'aide d'un « masque »[133], sorte de zone tampon de part et d'autres des axes, nous avons pu réaliser une sélection géographique et garder uniquement la portion du réseau viaire désirée.

Jusqu'à présent, nous avons travaillé avec des objets topologiques linéaires (axes, artères, avenues..) qui ont été créés à différentes échelles (1/25 000 et 1/5 000), à partir de plusieurs fond de digitalisation, pas toujours très bien recalés. Par exemple, les lignes de bus ne se superposent pas exactement au réseau routier principal. Ces légers décalages rendent problématique l'assignation, au moyen d'une requête topologique, de certaines valeurs contenues dans une « relation » ou couche d'information, vers d'autres « relations ». En l'occurrence, notre objectif était de récupérer dans une relation de référence unique (le réseau routier principal), les différentes sections routières considérées comme enjeu (pour la circulation, pour le transport en commun...). Pour cela, nous avons eu recours à une conversion topologique, c'est-à-dire que nous avons transformé les objets linéaires en objets surfaciques. Ainsi les segments routiers sont devenus des zones allongées comportant les mêmes attributs que les objets linéaires d'origine[134]. Nous avons défini une frange de 50 mètres de part et d'autre des lignes[135]. Ainsi, le problème de décalage ne se pose plus. En effet, même si deux lignes ne se chevauchent pas exactement, les bandes de 100 mètres de large issues de ces lignes, quant à elles, se recoupent nécessairement, au moins en partie. Ce recoupement est suffisant pour pouvoir transférer les attributs de l'objet aréolaire vers l'objet

[133] Nous employons ici la terminologie utilisée dans le logiciel *Savane* et la comparons à des termes plus génériques, utilisés dans d'autres SIG commerciaux (MapInfo, ArcView) pour faciliter la compréhension.
[134] Dans *Savane*, l'option qui permet cette opération s'appelle « dilatation ».
[135] En dessous de cette valeur, le résultat obtenu n'est pas précis.

linéaire de référence. Nous avons ainsi pu récupérer les sections enjeux dans une seule relation linéaire, le réseau routier principal[136].

Nous avons ensuite réalisé la somme des quatre variables par tronçon routier. Ceci étant, nous avons appliqué des coefficients de pondération à certaines d'entre elles qui nous semblent occuper une place plus essentielle. Nous avons octroyé une forte pondération (3) à la voie du trolleybus, compte tenu de ses multiples avantages et de sa très forte popularité (cf. supra). Les couloirs de transport en commun par bus conventionnels, sillonnés par plus de 30 lignes AR, ont été dotés d'un poids supérieur (2). Ces axes constituent l'armature principale du réseau de transport en commun urbain, dont nous connaissons l'essentialité pour les citadins, et qui marquent particulièrement le territoire urbain (flux incessant de bus). Les autres variables ont reçu un coefficient égal à 1. Le maximum obtenu est un total de 7 pour certains tronçons. Nous avons ensuite regroupé ces valeurs en trois classes. Les artères qui totalisent un nombre compris entre 1 et 2 correspondent aux axes urbains importants. Les artères qui cumulent un nombre compris entre 3 et 4 correspondent aux axes très importants. Enfin, les artères qui totalisent un nombre entre 5 et 7 ont été placées dans la catégorie axes essentiels (carte 30).



Carte 30 : Hiérarchisation des axes de communication au niveau de la ville.

[136] Cette opération présente, malgré tout, de petits inconvénients. Au niveau des carrefours, les tronçons adjacents perpendiculaires ou obliques à l'axe enjeu sont aussi inéluctablement englobés dans la bande de 100 mètres de large. Un travail d'exclusion par sélection géographique a été entrepris par la suite pour supprimer les sections routières non désirées.



Photo 20 : Avenue *Napo* – principale voie d'accès à l'espace central depuis le sud de Quito.
Un peu plus de 21 000 véhicules circulent sur cet axe tous les jours, ce qui en fait le deuxième axe à plus fort trafic au sud de la ville ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***



Photo 21 : Avenue *Maldonado* : axe central de pénétration du sud de Quito.
Cette artère correspond à un grand axe de circulation, à l'axe de circulation du trolley et à un corridor majeur des transports en commun urbain et intercantonal ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***

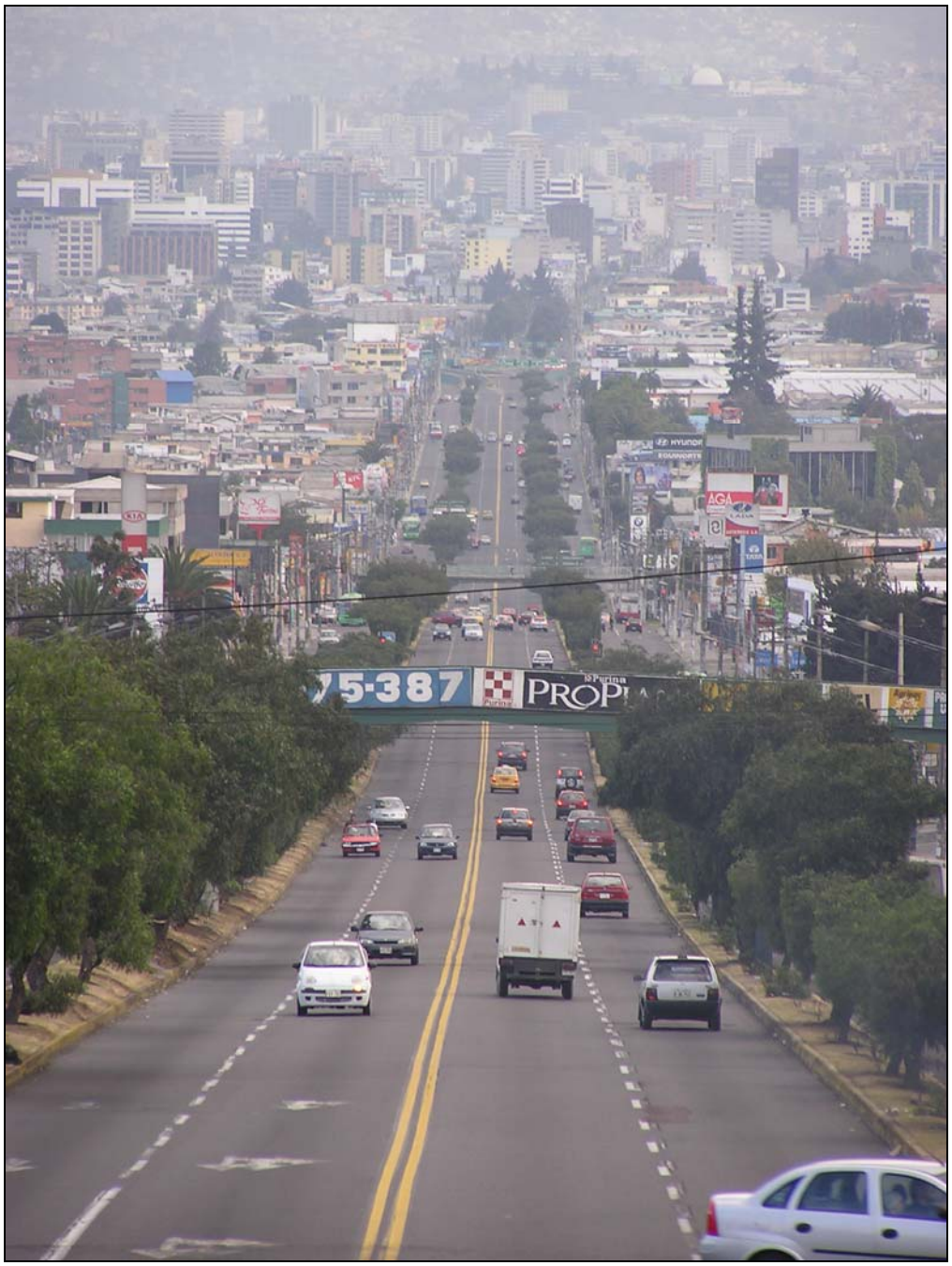


Photo 22 : Avenue *Galo Plaza Lasso* : principale voie d'accès à l'espace central depuis le nord de Quito. Près de 35 000 véhicules circulent sur cet axe pénétrant tous les jours, l'un des axes à plus fort trafic au nord de la ville. Prise de vue en direction du sud vers l'échangeur *El Labrador* et l'espace central. ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***

2.2.4 – Les axes de l'espace central

L'objet de l'analyse qui suit est de déterminer les axes majeurs spécifiques permettant d'une part d'atteindre un secteur ciblé, l'espace central défini en début de thèse, et d'autre part de desservir l'intérieur de celui-ci. Ce travail nous paraissait d'autant plus opportun que l'espace central supporte la très forte centralité urbaine. Les voies permettant d'y accéder et d'y circuler présentent donc d'office un caractère enjeu. La méthode de différenciation et de hiérarchisation des avenues est ici surtout basée sur leur rôle vis-à-vis de l'espace central déterminé à partir de leur agencement, à partir de l'importance et le type d'échanges qu'elle supportent et à partir de leurs caractéristiques géométriques.

2.2.4.1 – Les accès à l'espace central

Il ressort que l'accès à l'espace central est très facile par le nord. L'autoroute de *Pomasqui* et la Panaméricaine Nord débouchent sur la rocade reliée à des artères longitudinales à grand gabarit[137] qui aboutissent en cinq points sur l'interface nord de l'espace central. L'espace central est aussi accessible, mais de manière moins aisée, depuis les vallées de *Tumbaco* et de *Los Chillos* par les deux grands axes centre périphérie présentés au préalable, et depuis le sud de la ville par les deux avenues *Napo* à l'est et *Mariscal Sucre* à l'ouest (voir carte 31). Ce faible nombre d'alternatives (depuis le sud et l'est) s'explique par la présence de barrières orographiques et hydrographiques (les collines orientales et le *Panecillo*) qui doivent être contournées et franchies. L'importance des mouvements pendulaires et des déplacements en provenance du sud de la ville et des vallées orientales, aussi bien en transport en commun qu'individuel, liée à des interdépendances fonctionnelles socio-économiques mis en évidence auparavant, fait que ces quatre derniers axes représentent de véritables enjeux pour les communications vers l'espace support de la centralité. En ce sens, ils sont vitaux pour le fonctionnement du système territorial.

2.2.4.2 – Les voies de circulation à l'intérieur de l'espace central

A l'intérieur de cet espace, cinq catégories de voiries ont été singularisées en fonction de leur fonctionnalité dans le système de circulation, individuel ou en transport en commun. Il s'agit des cinq catégories suivantes[138] :

- 1 / la voie extérieure de dégagement et de transit (Nord – Sud), située du côté ouest (Avenue *Mariscal Sucre*). Elle permet les arrivées et les départs massifs vers / depuis l'espace central et les connexions entre le nord et le sud de la ville. Elle est connectée aux voies d'accès.

- 2 / les voies extérieures de dégagement, situées sur le pourtour oriental. Elles permettent les arrivées et les départs massifs vers / depuis l'espace central (l'Avenue *Velasco Ibarra* entre l'échangeur « *El Trébol* » et le quartier de *La Vicentina*, l'Avenue *Eloy Alfaro* depuis le point de jonction avec la voie en provenance de *Tumbaco* et l'Avenue *6 de Diciembre*). Elles sont connectées aux voies d'accès.

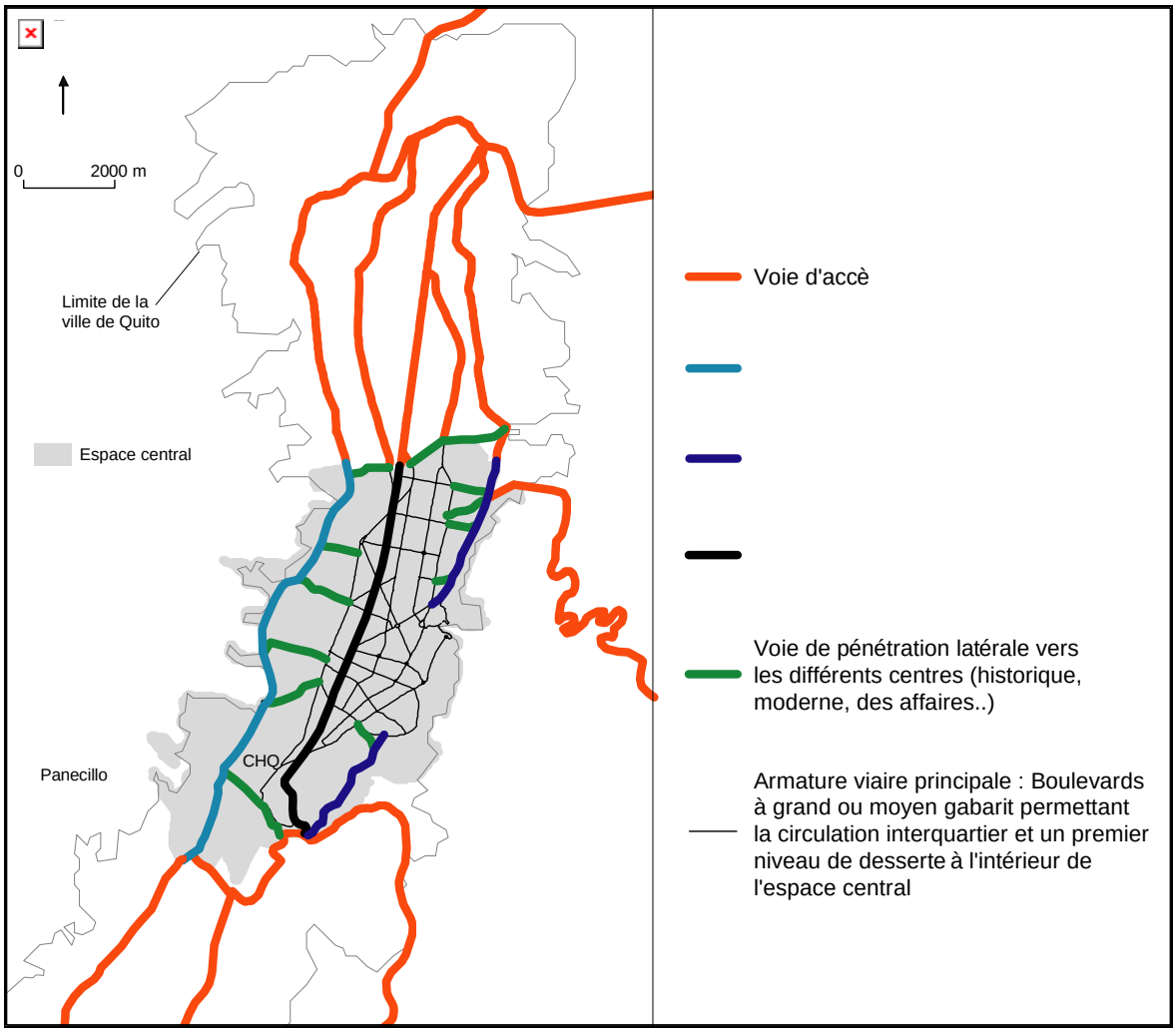
[137] Avenues Mariscal Sucre, Prensa, Galo Plaza Lasso, 6 de Diciembre et Eloy Alfaro.
[138] Ce paragraphe est en partie inspiré des analyses contenues dans l'atlas infographique (voir notamment BOCK M. S., GODARD H., de MAXIMY R., 1992)

- 3 / l'épine dorsale de pénétration centrale et de transit, située comme son nom l'indique, en plein cœur de l'espace central (Avenue *10 de Agosto*, voir photo 23). Cette artère de grand gabarit permet l'infiltration massive des flux qui sont diffusés au sein de l'espace central au moyen d'échangeurs. Elle supporte également une circulation de transit et débouche sur l'échangeur *El Trébol* en passant par *La Marín* (avenue *Pichincha*, voir photos 25 et 26).

- 4 / les voies de pénétration latérale vers les différents centres (historique, moderne, des affaires). Elles occupent une fonction de relais entre les voies extérieures de dégagement et les boulevards urbains.

- 5 / l'armature viaire principale. Il s'agit des boulevards à grand ou moyen gabarit permettant la circulation interquartier, c'est-à-dire un premier niveau de desserte à l'intérieur de l'espace central. On intègre dans cette catégorie, également les artères permettant de circuler d'est en ouest, comme les avenues *Colón*, *Orellana*, *Naciones Unidas* ou *Patria* (voir photo 24).

Il n'est guère possible d'entrer davantage dans les détails, qui permettraient peut-être d'éliminer certaines artères moins essentielles, car aucune enquête origine destination en TC et en TI ciblée sur cet espace précis n'a jamais été réalisée.



Carte 31 : Accès à l'espace central et artères d'innervation principales.



Photo 23 : Avenue *10 de Agosto* : épine dorsale de pénétration de l'espace central.
Cette artère supporte également un important trafic (62 0000 véhicules par jour dans les deux sens), une circulation de transit et le site propre du trolleybus ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***



Photo 24 : Avenue *Patria* : boulevard est – ouest situé à l'intérieur de l'espace central.
Un peu plus de 28 000 véhicules empruntent cet axe tous les jours. Cette artère correspond aussi à un corridor majeur des transports en commun urbain et interparoissial ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***



Photo 25 : Avenue *Pichincha* : située en contrebas du centre historique.
Cette artère permet de relier le nord et le sud de la ville. A quelques centaines de mètres se trouve le terminus des lignes de bus urbains et interparoissiaux « *La Marín* ». Cet axe est fréquemment engorgé.
(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)



Photo 26 : Avenue *Pichincha* entre l'échangeur *El Trébol* (en contrebas) et le terminus de *La Marín* (plus haut).
Cet axe permet d'accéder au centre historique et à l'espace central depuis le sud de la ville et depuis la vallée de *Los Chillos* ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***

2.2.5 – Synthèse : axes enjeux, axes enjeux majeurs et tronçons fonctionnels homogènes

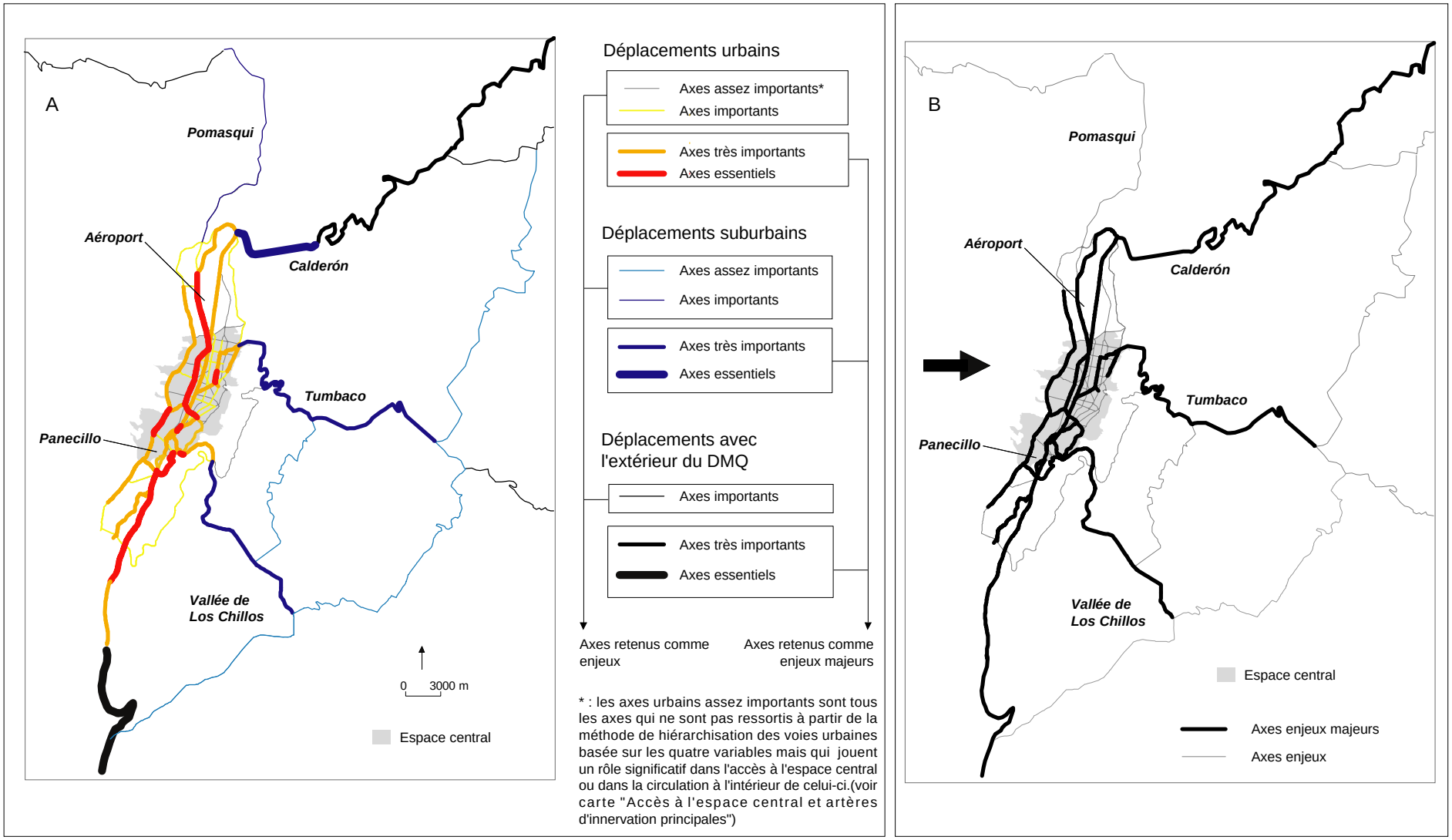
2.2.5.1 – De la hiérarchisation à l'individualisation des axes enjeux et des axes enjeux majeurs

A ce stade, nous avons dressé une carte de synthèse (carte 32). Cette dernière rassemble de manière simplifiée les axes supportant les échanges au niveau des quatre sous-ensembles géographiques précédents : les communications avec l'interface extérieur du système métropolitain, les déplacements entre la ville et son agglomération, la mobilité en ville et au niveau de l'espace central. Le cadre A reprend la hiérarchisation de tous les axes métropolitains selon leur importance (assez importants[139], importants, très importants, essentiels). A partir de cette hiérarchisation synthétique, nous avons pu individualiser les axes « enjeux » (axes assez importants et importants) et les axes « enjeux majeurs » (axes très importants et essentiels) représentés dans le cadre B.

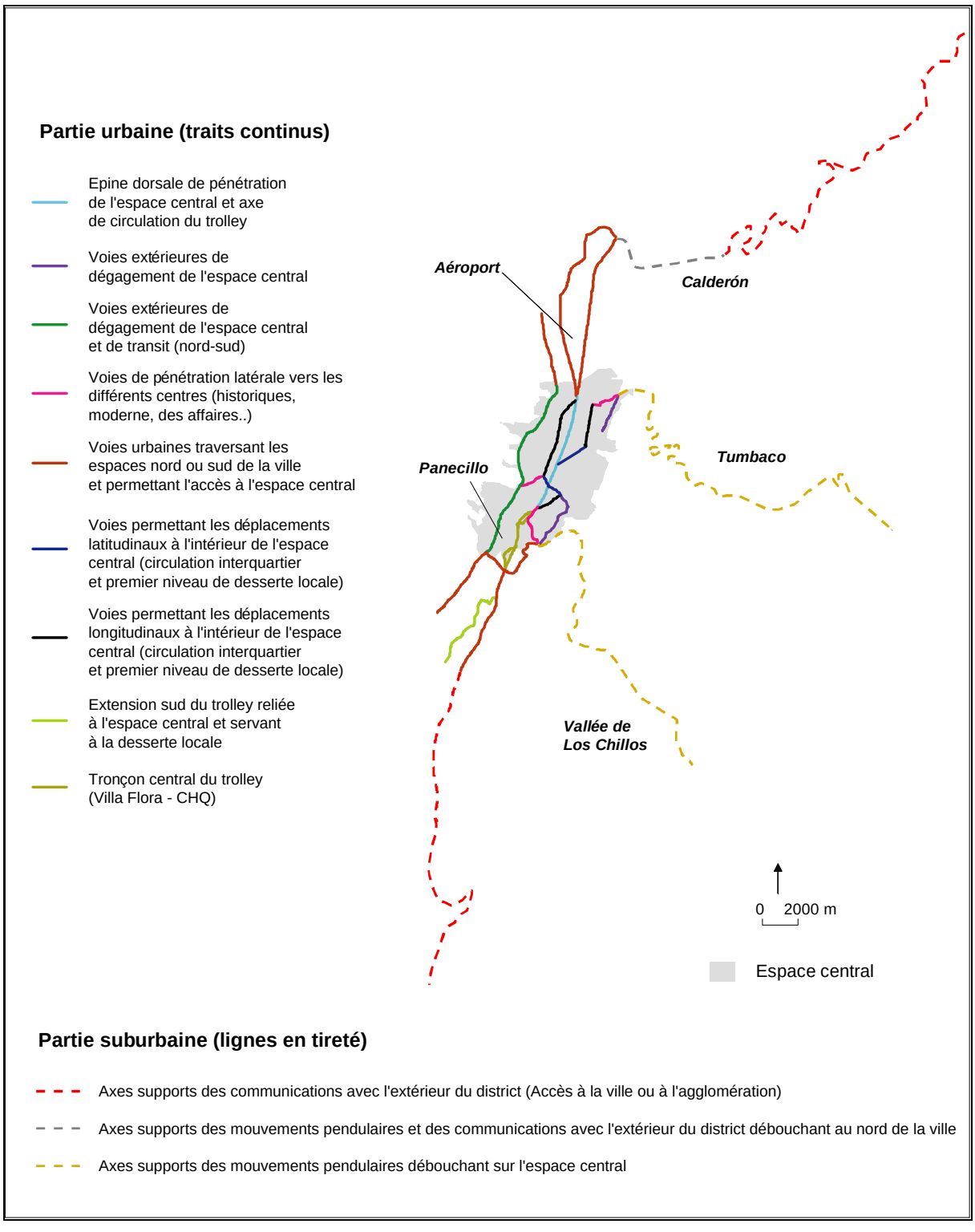
2.2.5.2 – Détermination de tronçons fonctionnels homogènes : utilité, méthode et cartographie

Nous avons donc décrypté une première série d'enjeux-objets d'intérêt commun essentiels au fonctionnement de l'agglomération sur lesquels porteront les analyses de vulnérabilités ultérieures (troisième partie) afin de mesurer les risques encourus par le district (quatrième partie). Ceci dit, d'un point de vue pratique, il nous faut au préalable définir des tronçons homogènes dont les formes de vulnérabilités peuvent être similaires et susceptibles de rendre certaines portions du réseau routier inopérantes. En effet, une très longue avenue peut être exposée aux glissements de terrains seulement à un endroit. Ceci ne veut pas dire que le trafic sur l'ensemble de cette avenue sera complètement perturbé si de la terre est déversée localement sur la chaussée. La circulation peut être délestée sur un autre itinéraire. Les grandes intersections peuvent donc servir à délimiter les tronçons homogènes mais ce critère n'est pas suffisant. Il faut également considérer l'utilité des voies c'est-à-dire leur fonction afin de déboucher sur une typologie[140]. Cela permet d'éviter d'aboutir à un nombre trop élevé de tronçons en ville où les carrefours sont nombreux et d'avoir des tronçons extrêmement longs dans les zones suburbaines où les intersections sont plus rares le long des axes structurants (comme le long de la Panaméricaine Nord par exemple). De plus, cela permettra par la suite d'appréhender les perturbations possibles de la mobilité si une portion du réseau devenait inopérante (par exemple, en cas de séisme, si un pont s'effondre sur un axe et que celui-ci permet l'accès au district, l'on saura que c'est l'accessibilité de la capitale qui sera remise au moins partiellement en cause). Deux cartes ont été élaborées. La première indique la typologie fonctionnelle des axes enjeux majeurs dans le DMQ. La deuxième propose trente-quatre tronçons homogènes faisant partie des axes enjeux majeurs (pour les nomenclatures, voir tableau 13 et carte 21) dont nous analyserons la vulnérabilité en troisième partie de thèse.

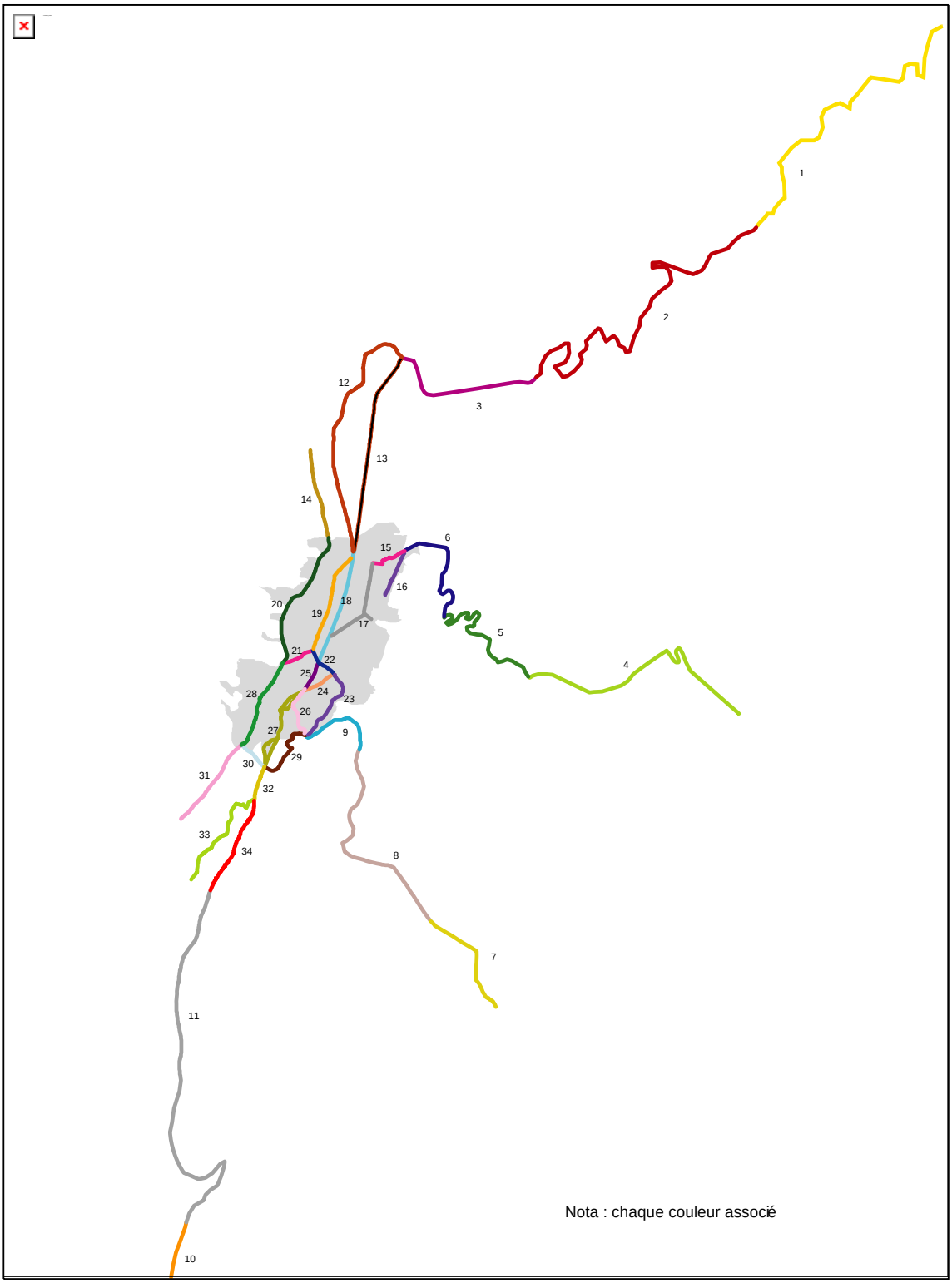
[139] Les axes urbains assez importants sont tous les axes qui ne sont pas ressortis à partir de la méthode de hiérarchisation des voies urbaines basée sur les quatre variables mais qui jouent un rôle significatif dans l'accès à l'espace central ou dans la circulation à l'intérieur de celui-ci.
[140] Par exemple une voie pénétrante, l'axe de circulation du trolley, une voie de contournement ….



Carte 32 : Cadre A : Hiérarchisation des axes métropolitains (synthèse) – Cadre B : Axes enjeux et axes enjeux majeurs.



Carte 33 : Typologie fonctionnelle des axes enjeux majeurs (restriction) – DMQ.



Carte 34 : Segmentation des axes enjeux majeurs à partir de leur fonctionnalité et de leur position dans le réseau routier – DMQ.

clef	dénomination	localisation
1	PanaNorte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo
2	PanaNorte	entre Guayllabamba y Calderón
3	PanaNorte	entre Calderón y la "Y" de Carcelén
4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)
5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)
6	Interoceánica	entre el intercambiador de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo
8	Avenida Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)
9	Avenida Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol
10	PanaSur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo
11	PanaSur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)
12	Diego Vasquez y Prensa	entre la "Y" de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)
13	Galo Plaza Lasso	entre la "Y" de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	entre 6 de Diciembre y Shyris
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con las dos pequeñas extensiones)
18	10 de Agosto	entre la "Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)
19	América	entre la "Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador con las avenidas Universitaria y Perez Guerrero
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)
21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre
23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria
25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas
26	Pichincha	entre San Blas y el intercambiador El Trébol
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez
29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre
31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)

Tableau 13 : Dénominations et localisations des tronçons homogènes faisant partie d'axes enjeux majeurs.

Si les enjeux majeurs de la mobilité peuvent se présenter sous la forme d'axes, les déplacements reposent aussi sur des infrastructures et équipements essentiels dont l'implantation est essentiellement locale. Par exemple, la gare routière, à l'échelle du quartier, prendra la forme des contours du bâtiment, et sera représentée par un objet zonal. La même gare, à l'échelle de l'agglomération, peut être localisée par un simple objet ponctuel, car l'œil ne perçoit pas les détails du bâtiment. Dans notre cas, l'échelle retenue est celle de l'agglomération. La gare routière, les stations du trolley, les terminus de transport en commun, les ouvrages d'art… sont donc associés à des objets ponctuels.

2.3 – Les enjeux majeurs parmi les infrastructures routières et équipements des transports

L'objectif est ici de mesurer l'essentialité des éléments matériels relevant du système « support physique » et du système de transport, c'est-à-dire les ouvrages routiers (tunnels, ponts, échangeurs...) et les installations des transports (gare routière, les stations du trolley).

Le décryptage des infrastructures routières enjeux majeurs est en partie conditionné par les axes enjeux majeurs. Par exemple, un échangeur situé au niveau d'un carrefour entre plusieurs axes classés dans la catégorie « enjeu majeur » sera lui aussi particulièrement essentiel, pour redistribuer les flux majeurs mis en évidence à cet endroit, pour fluidifier le trafic localement élevé, pour assurer certaines jonctions stratégiques…

2.3.1 – L'enfilade de tunnels : un passage-clef entre le nord et le sud de la ville

Les trois tunnels situés à l'ouest en contre-haut du centre historique (*San Juan*, *San Roque*, *San Diego*, photo 27) constituent de véritables enjeux pour les communications nord sud, d'autant qu'il n'existe pas beaucoup d'alternatives pour franchir la colline du *Panecillo*, véritable barrière orographique séparant le nord et le sud de la ville. Les trois tunnels sont en effet situés sur un axe enjeu majeur (Avenue *Mariscal Sucre*) et traversés par près de 70 000 véhicules et 56 lignes de bus urbains par jour dans les deux sens (tunnel de *San Juan*). Leur inauguration en 1978 a permis de désengorger le centre historique et l'avenue *Pichincha* à l'est, passages obligés jusqu'alors pour relier le nord et le sud de Quito. Elle a, en outre, facilité l'accès quotidien à l'espace central, lieu de concentration d'activités, pour les populations défavorisées du sud de la ville.



Photo 27 : Avenue Mariscal Sucre entre les tunnels de *San Diego* et *San Roque*.
Situé en contre-haut du centre historique, cet axe est celui qui enregistre la plus forte circulation de Quito (70 000 véhicules par jour dans les deux sens). Il permet de relier le nord et le sud de la ville (circulation de transit) et correspond à un corridor majeur de transport en commun ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***

2.3.2 – Les enjeux majeurs parmi les ouvrages d'art routier comportant une section aérienne : méthode de repérage et cartographie

Pour identifier les autres ouvrages d'art enjeux majeurs possédant un tablier suspendu (ponts), nous avons, tout d'abord, présélectionné toutes les infrastructures localisées sur un axe enjeu majeur. Nous avons ainsi retenu 67 ouvrages sur les 90 que compte le district. Nous nous sommes ensuite intéressés plus spécifiquement au rôle des sections aériennes de ces ouvrages vis-à-vis de la circulation sur l'axe enjeu majeur[141]. Nous avons supputé leur importance à travers les quatre questions suivantes :

1 - la section aérienne supporte-t-elle une voie enjeu majeur ?

> Certains axes enjeux majeurs comportent des parties aériennes qui sont essentielles pour la circulation. Il convient donc d'identifier si une section aérienne supporte les flux d'un axe enjeu majeur.

[141] C'est en effet sur les tabliers suspendus que peut porter un analyse de vulnérabilité.

2 - la section aérienne relie-t-elle deux tronçons enjeux majeurs différents ?

> On essaie de savoir si la section aérienne permet le passage d'un tronçon routier homogène préalablement défini à un autre. On mesure ici l'essentialité de la section aérienne dans les connexions à l'intérieur du réseau.

3 - la section aérienne permet-elle uniquement d'accéder à une voie enjeu majeur ou d'en sortir ?

> Cette question s'applique lorsque la section aérienne recoupe la voie enjeu majeur. Elle permet d'évaluer la fonction du passage routier surélevé vis-à-vis de l'axe enjeu majeur.

4 - la section aérienne permet-elle de franchir une voie enjeu majeur et aussi d'y accéder et / ou d'en sortir

> Cette question s'applique lorsque la section aérienne recoupe la voie enjeu majeur. Elle permet d'évaluer la fonction du passage routier surélevé vis-à-vis de l'axe enjeu majeur. S'il permet d'accéder et en même temps de franchir l'axe enjeu majeur, alors il pourra être considéré comme plus important que s'il ne permettait que son franchissement ou que son accès.

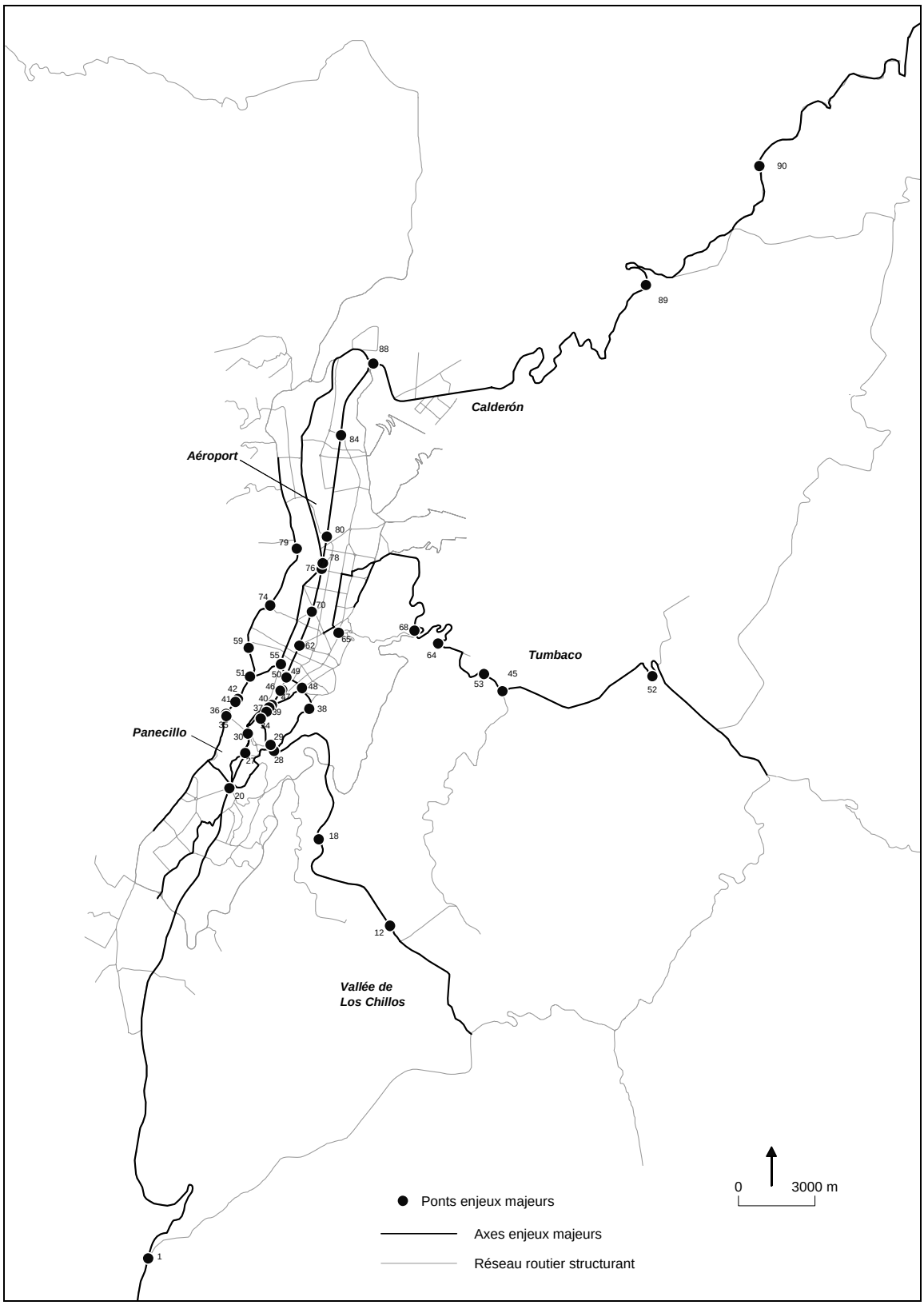
Sept types de sections aériennes ont été individualisés (cf. tableau 14). En fonction de leur rôle, nous avons pu hiérarchiser leur importance et déterminer les sections aériennes enjeux majeurs[142]. Ces dernières sont associées à 43 ponts représentés sur la carte 35.

	description du rôle de la section aérienne	importance	type d'enjeux
1	supporte une voie enjeu majeur et relie deux tronçons	ouvrage essentiel	enjeu majeur
2	supporte une voie enjeu majeur, et permet d'accéder à une voie enjeu majeur ou d'en sortir	ouvrage essentiel	enjeu majeur
3	supporte une voie enjeu majeur, relie deux tronçons, et permet d'accéder à une voie enjeu majeur ou d'en sortir	ouvrage essentiel	enjeu majeur
4	supporte simplement une voie enjeu majeur	ouvrage très important	enjeu majeur
5	ne supporte pas de voie enjeu majeur mais permet d'accéder à une voie enjeu majeur ou d'en sortir	ouvrage assez important	enjeu
6	ne supporte pas de voie enjeu majeur mais permet de franchir une voie enjeu majeur et aussi d'y accéder et / ou d'en sortir	ouvrage assez important	enjeu
7	ne supporte pas de voie d'enjeu majeur et ne permet pas non plus d'y accéder et / ou d'en sortir	ouvrage secondaire	ouvrage secondaire

Tableau 14 : Différenciation et hiérarchisation des ponts routiers.

Quelques photographies illustrent les infrastructures retenues comme enjeux majeurs aussi bien en ville (échangeurs et viaducs), qu'en périphérie (ponts permettant d'accéder au district franchissant les ríos *Chiche* et *Guayllabamba*).

[142] Un tableau détaillé de l'évaluation présentant quelques exemples se trouve dans l'annexe N°5.



Carte 35 : Localisation des ponts routiers retenus parmi les enjeux majeurs – DMQ.



Photo 28 : Echangeur à trois niveaux caractéristique de l'espace central.
Jonction des avenues *Orellana* et *Eloy Alfaro* avec l'avenue *10 de Agosto* ***(Cliché : F. Demoraes – juillet 2002)***



Photo 29 : Pont *El Guambra* (espace central).
Intersection des avenues enjeux majeurs *Patria* et *10 de Agosto***.** L'axe du trolley passe dessous le pont ***(Cliché : F. Demoraes – juillet 2002)***



Photo 30 : Pont stratégique pour l'accès oriental au DMQ.
Pont métallique enjambant le canyon du Río *Chiche* entre *Pifo* et *Tumbaco* ***(Cliché : F. Demoraes – juillet 2002)***



Photo 31 : Pont stratégique pour l'accès nord oriental au DMQ.
Pont sur la Panaméricaine Nord au nord-est de Quito enjambant le Río *Guayllabamba*
(Cliché : F. Demoraes – juillet 2002)

2.3.3 – Les enjeux majeurs parmi les équipements spécifiques aux transports : méthode de repérage et cartographie

En ce qui concerne les installations pour le transport en commun de personnes, nous avons mesuré leur essentialité en fonction des mouvements de passagers qu'elles enregistrent et des dynamiques de transport qu'elles supportent. Nous avons retenu sept nœuds du réseau (voir carte 36) :

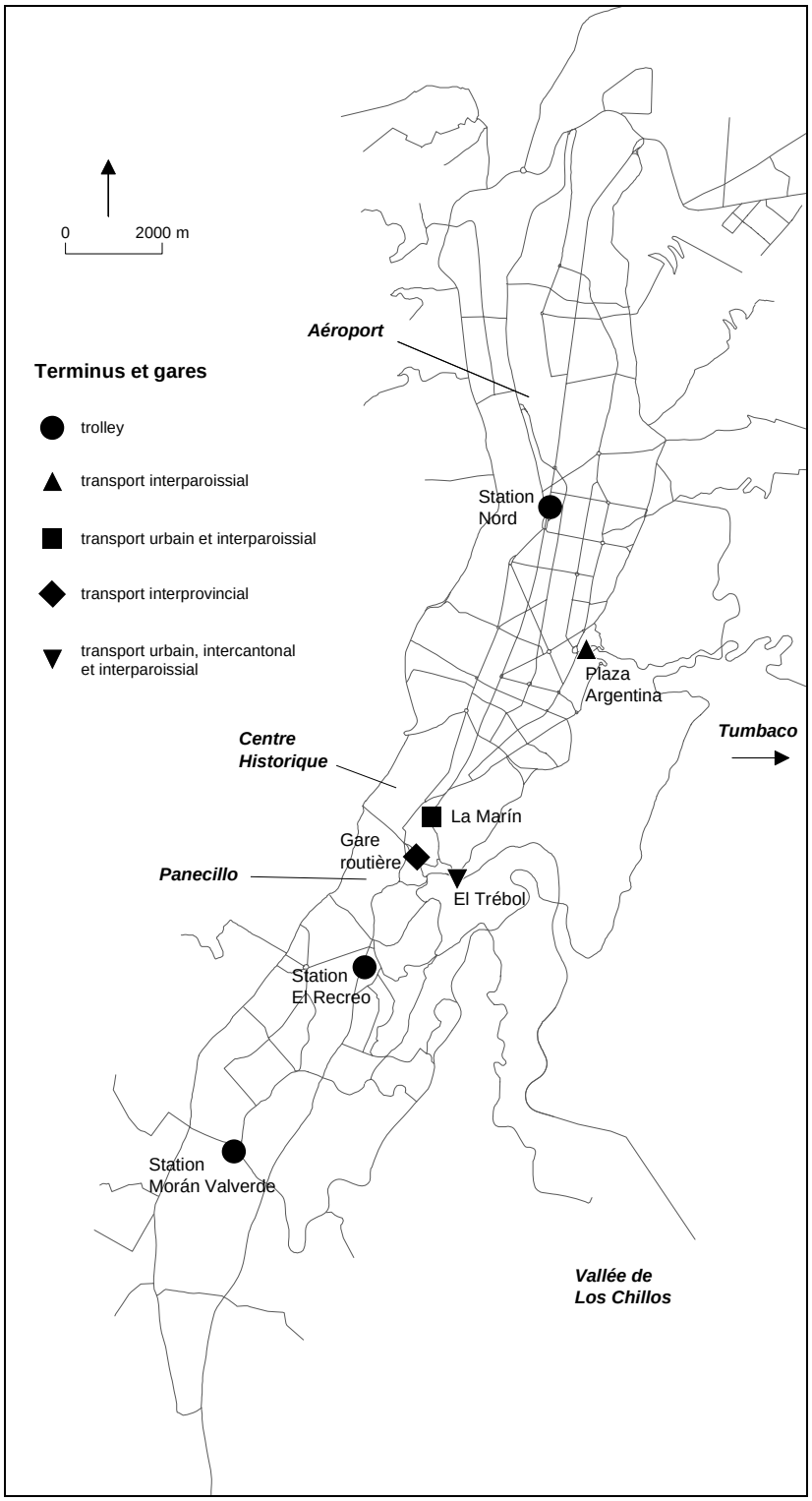
- L'échangeur *El Trébol* (photo 32), lieux de correspondance entre les bus en provenance de la vallée de *Los Chillos* et les lignes urbaines. Ces dernières permettent de gagner aussi bien le nord, le centre que le sud de la ville.

- La *Plaza de Argentina*, point de départ des personnes en direction de la vallée de *Tumbaco – Cumbayá* (plus de 10 000 personnes par jour d'après une étude réalisée en juillet 2002 par F. BONDOUX et F. DEMORAES). Ce nœud est connecté au service de la *Ecovía* et se situe le long d'un corridor de transport en commun urbain.

- *La Marín* (voir photo 8, p. 94), en contrebas du centre historique, lieu de connexion entre les lignes urbaines en provenance du nord et du sud, très fréquenté. Ce nœud est également connecté au service du trolleybus et correspond au terminus sud actuel de la *Ecovía*.

- La gare routière de *Cumandá* (voir photo 33), vers laquelle convergent plus de 70 lignes de bus interprovinciales et qui peut recevoir jusqu'à 30 000 personnes pendant les week-ends associés à des jours fériés. Ce nœud est desservi par le trolleybus et par de nombreuses lignes de bus urbains.

- Les trois stations de correspondance du trolleybus qui enregistrent plus de 30 000 entrées et sorties de passagers par jour (Station *Norte*, Station *El Recreo*, Station *Morán Valverde*). Il s'agit des trois principaux nœuds du réseau de transport en commun intégré (intégration tarifaire et de service entre le trolleybus et les lignes d'alimentation). De plus, la station *Norte* est le siège de la centrale de signalisation routière électrique de la ville de Quito et la station *El Recreo* comporte dans ses murs la direction du système trolleybus et l'atelier de maintenance des véhicules (voir photos 34 et 35).



Carte 36 : Localisation des nœuds enjeux majeurs des réseaux de transport.



Photo 32 : Echangeur *El Trébol.*
Nœud enjeu majeur dans le réseau de transport en commun compte tenu de la confluence de nombreuses lignes ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2002)***



Photo 33 : Gare routière de *Cumandá*, en contrebas du centre historique.
C'est de là que partent chaque jour 51 compagnies d'autocars vers plus de 70 destinations sur l'ensemble du pays. Ce nœud est desservi par le trolleybus et par de nombreuses lignes de bus urbains ***(Cliché : F. Demoraes – février 2004)***



Photo 34 : Terminus Nord « *La Y* » du trolleybus.
Cette station de correspondance est la plus importante ; elle enregistre plus de 78 000 mouvements de passagers par jour. Elle est aussi le siège de la centrale de signalisation routière électrique de la ville de Quito ***(cliché : UPGT, 2000)***

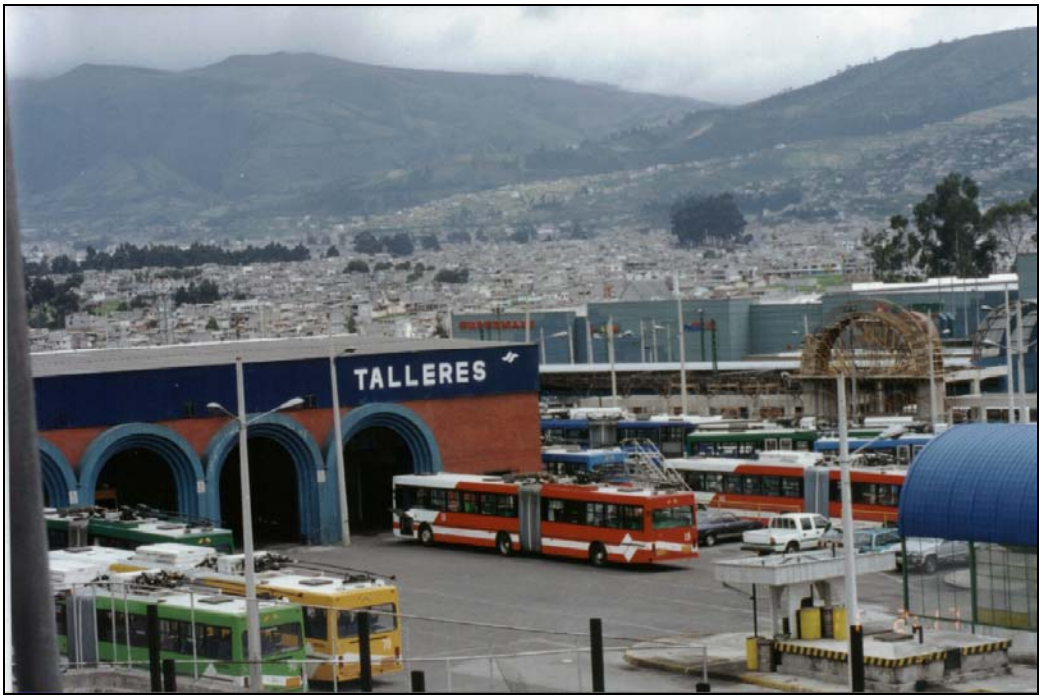
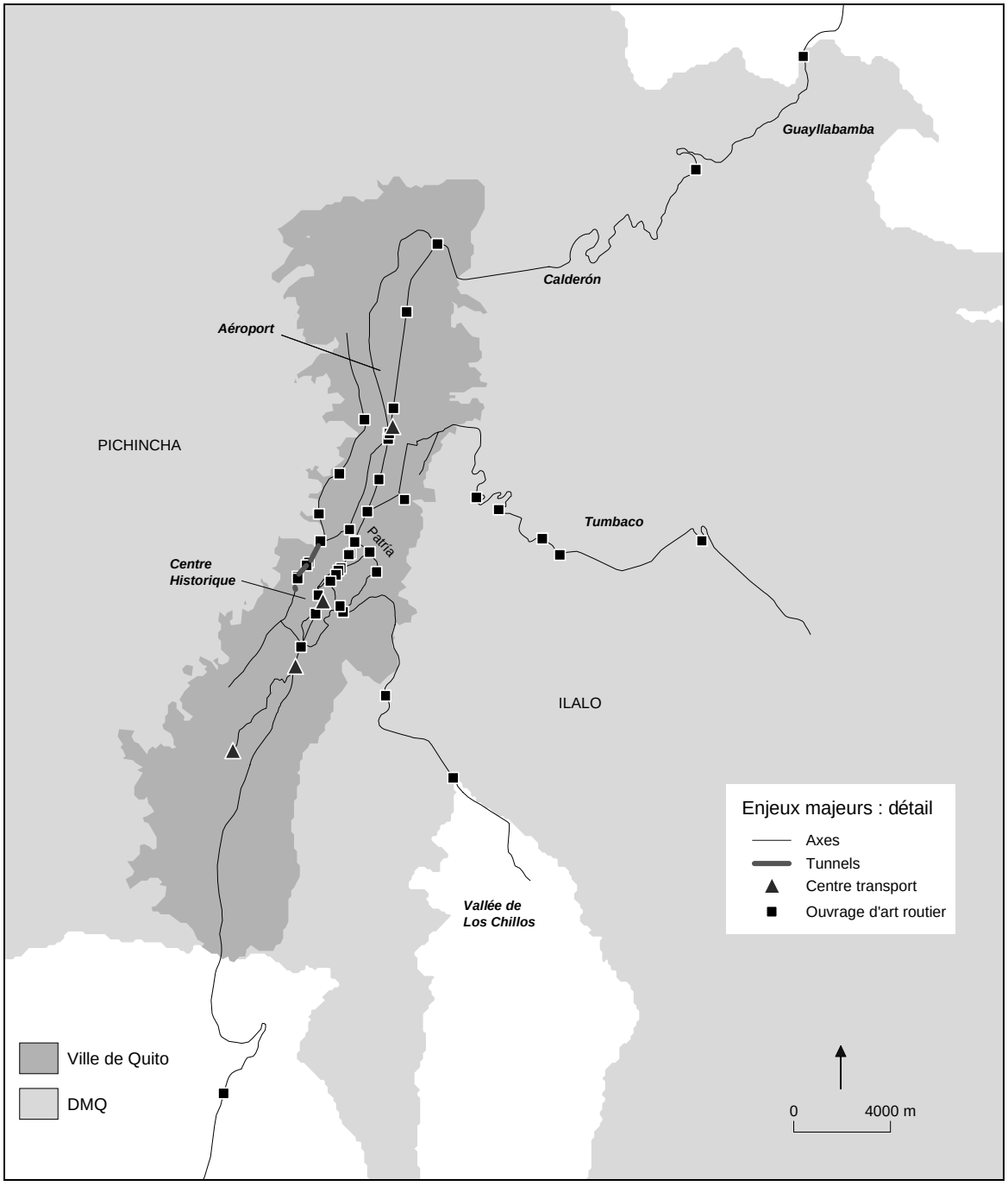


Photo 35 : Station du trolleybus *El Recreo*.
Cette station de correspondance est la deuxième plus importante ; elle enregistre plus de 51 000 mouvements de passagers par jour. Elle comporte dans ses murs la direction administrative et opérationnelle du système trolleybus et l'atelier de maintenance des véhicules ***(Cliché : F. Demoraes, 2001)***

Les axes, les infrastructures et les nœuds de transport en commun occupant une place essentielle dans le fonctionnement de la mobilité du système territorial métropolitain identifiés, nous avons pu dresser une carte de synthèse de l'ensemble de ces enjeux majeurs (carte 37). On constate une forte concentration d'enjeux majeurs dans l'espace central et plus particulièrement en périphérie du centre historique jusqu'à l'avenue *Patria* au Nord.



Carte 37 : Synthèse des enjeux majeurs de la mobilité – DMQ.

2.4 – Les autres enjeux majeurs de la mobilité

Nous l'avons vu, tous les éléments du système de mobilité ne sont pas directement associables à des enjeux-objets, au même titre qu'un axe, qu'un ouvrage facilement localisable. Il s'agit en particulier de certaines instances au sein du système d'acteurs, dont nous avons évoqué auparavant la dimension territoriale par le biais de leur juridiction. Certains peuvent également être considérés comme enjeux majeurs pour le fonctionnement du système. Nous retiendrons quatre institutions essentielles :

- L'EMOP-Q. Son rôle est capital dans le système « support physique ». Elle gère l'essentiel du réseau viaire urbain et suburbain, supervise les constructions et l'entretien du système de voiries.
- La DMT. Son rôle en dehors de la planification des transports est capital notamment pour déterminer les tarifs. Elle coordonne les initiatives de toutes les instances ayant une action en matière de transport et voirie dans le DMQ.
- L'EMSAT. Son action tutélaire est fondamentale en matière de transport en commun. Elle est l'autorité unique dans le domaine opérationnel des transports urbains et interparoissiaux, assurant l'essentiel de la mobilité métropolitaine.
- La Direction National du Transit (Police), pour sa fonction indispensable en matière de contrôle du trafic.

Les relations entre les trois premières sont essentielles, car l'organisation des transports va de pair avec celle des infrastructures. Cette concertation a été observée notamment dans l'élaboration du schéma directeur des déplacements urbains. Les relations entre les deux dernières sont aussi fondamentales. La complicité des deux institutions est nécessaire pour gérer de manière optimale le trafic urbain.

Conclusion

Il y a encore quelques années, la définition du risque se contentait de mettre en relation les aléas (phénomènes d'origine naturelle capables d'affecter les intérêts humains) et la vulnérabilité (propension à connaître des dommages) des éléments exposés (personnes, patrimoine, activités, infrastructures). Cette définition a progressivement évolué en tentant de ne plus considérer seulement l'ensemble des éléments présentant un intérêt humain exposés à un aléa mais de leur donner du relief afin de distinguer les enjeux majeurs sur lesquels toute l'attention devra être portée. Cette évolution sous-tend des implications en matière de recherche sur les risques et d'aide à la prévention. Pour être efficace et opérationnelle en matière d'aide à la décision, les travaux doivent se focaliser sur certains espaces et certains éléments qui doivent être pris en compte de manière prioritaire dans la mesure où leur perte ou leur endommagement constituerait un grave handicap pour le fonctionnement et le développement du système étudié et pour le fonctionnement et le développement d'autres systèmes qui lui sont liés. Le défi est de taille puisque « la proposition conceptuelle sous-jacente à cette démarche, situe la question des enjeux majeurs (susceptibles d'être exposés aux aléas et d'être vulnérables) au centre de la définition du risque ».

Ceci étant, si l'identification des enjeux de fonctionnement est de plus en plus fréquente dans les analyses de risque à l'échelle d'une agglomération, notre démarche se distingue par le fait que l'identification des enjeux a été pensée indépendamment de leur exposition aux aléas. La logique sous-jacente vise à penser la ville et ses enjeux de fonctionnement avant tout autre considération. Cette orientation a en partie été influencée par notre partenaire, la mairie de Quito, organisme-clef en charge de la gestion urbaine et de la gestion des risques. D'autre part, face à la multiplicité des aléas auxquels est confronté le district, et face à l'impossibilité de prévoir avec certitude leur occurrence, les lieux de survenance, leur étendue, il nous paraissait opportun d'analyser de prime abord les piliers du fonctionnement du système urbain beaucoup plus tangibles, avant d'analyser dans un deuxième temps leurs vulnérabilités et exposition éventuelle aux aléas.

Les enjeux de la mobilité relèvent de différentes catégories. Ils peuvent être matériels ou immatériels, localisables dans l'espace ou non. On peut considérer comme enjeux certains flux intenses (les mouvements pendulaires, les déplacements vers les centralités, les communications avec d'autres pôles urbains importants), certains ouvrages (un pont-clef reliant deux secteurs de la ville, une grande station de correspondances dans un réseau intégré de transport, une voie d'accès à une centralité..), certains modes de transport performants ou essentiels aux citadins (les services de transport en commun intégrés et rapides fonctionnant en site propre, le transport en commun dans les villes du sud) et certains acteurs-clefs impliqués au quotidien dans la gestion de la mobilité (les organismes tutélaires, les instances de régulation et de contrôle).

Par rapport à notre problématique « géographique », nous nous sommes attachés à identifier les éléments avant tout matériels et les lieux où se ils trouvent, afin d'en évaluer ultérieurement la vulnérabilité qui comprend notamment l'exposition aux aléas et leur niveau d'accessibilité. Par conséquent, nous avons restreint notre analyse principalement aux enjeux ayant une implantation spatiale, c'est-à-dire aux enjeux-objets localisables. Les enjeux-objets sont donc des infrastructures routières et équipements de transport supportant des dynamiques enjeux.

Les méthodes d'identification des enjeux majeurs du système de mobilité sont multiples en fonction de l'espace et de l'objet considérés. Dans le cas présent, nous avons été obligé de nous contenter des informations disponibles qui ont donc limité la dimension de notre analyse. Par exemple, si des comptages détaillés (voitures, bus, camions) avaient existé sur tous les axes principaux, nous aurions pu individualiser les axes majeurs pour le transport en commun et les axes majeurs pour la circulation automobile, qui peuvent se recouper, mais pas nécessairement. En effet, si les itinéraires des TC sont contraints et « relativement » constants, il n'en est pas de même pour la circulation automobile, dont la logique est beaucoup plus délicate à cerner en ville. Ceci étant, dans le cadre de notre problématique, nous ne retenons que ce qui est essentiel au fonctionnement du système de mobilité, et ce qui est stratégique dans le cas de Quito, c'est le transport en commun que nous connaissons relativement bien.

L'échelle d'identification des enjeux de la mobilité que nous avons retenue est celle associée au fonctionnement de l'agglomération dans son ensemble, fonctionnement qui est fortement dépendant de celui de la ville de Quito stricto sensu, et plus particulièrement de son espace central associé à sa position de centralité métropolitaine. Cette échelle présente l'avantage d'être en adéquation avec l'échelle d'action des gestionnaires municipaux en matière de voirie et de transport et également en matière de gestion des risques. Les enjeux sont répartis à travers les différents sous-ensembles géographiques de l'agglomération (périphéries rurales, parties suburbaines, partie urbaine et espace central). Ces enjeux contribuent au fonctionnement général de l'espace métropolitain (accès au district, communications centre-périphérie…). Nous avons vu qu'en fonction des sous-ensembles géographiques considérés, une adaptation de la méthode d'identification des enjeux, avec en particulier le recours à des variables distinctes et la définition de seuils différents, a dû être effectuée.

L'identification des objets essentiels a été réalisée à l'aide du SIG *Savane* à partir d'une différenciation des éléments supports de la mobilité, puis sur leur hiérarchisation. Cette dernière opération a permis de sélectionner les enjeux majeurs. Ce sont d'abord les axes enjeux majeurs qui ont été individualisés. Ils ont ensuite permis de repérer les autres enjeux majeurs objets du réseau routier (tunnels et ponts). Enfin, les enjeux majeurs parmi les équipements du transport ont surtout été identifiés à partir de leur essentialité dans le réseau de transport mesurée par les mouvements de passagers qu'ils enregistrent et les dynamiques de transport qu'ils supportent.

L’objet de cette deuxième partie a été d’identifier et de cartographier les composants essentiels sur lesquels repose les dynamiques enjeux au sein de l’espace métropolitain. Les dysfonctionnements de ces enjeux majeurs objets ou leurs endommagements laissent pressentir une réduction notoire de certaines accessibilités et des perturbations conséquentes dans les déplacements. Pour comprendre les endommagements et défaillances potentielles des enjeux majeurs, l’analyse qui suit porte sur la compréhension des vulnérabilités des piliers du système de mobilité. Cette étude nous orientera par la suite vers la compréhension des risques encourus par le système territorial métropolitain dans son ensemble. Quels sont les facteurs de vulnérabilité caractéristiques des enjeux majeurs du système de mobilité du district métropolitain de Quito ? Quels sont les mécanismes qui prédisposent le système de mobilité à la vulnérabilité ? Quels sont les forçages externes susceptibles d’aggraver cette vulnérabilité ? En quoi les évolutions du système de mobilité, mis en évidence au préalable, influencent-ils la vulnérabilité ? Quelle méthode allons-nous utiliser ? Quels sont les enjeux majeurs les plus vulnérables ?

TROISIEME PARTIE

III – La vulnérabilité du système de mobilité du District Métropolitain de Quito 185

1 – La vulnérabilité des transports et des réseaux : aperçu des travaux préalables 185

1.1 – Introduction à la notion de vulnérabilité de la mobilité 185

1.2 – Les travaux axés sur l'exposition des réseaux routiers aux aléas 186

1.3 – Les travaux axés sur les problèmes liés au fonctionnement, à la gestion des transports et aux caractéristiques de la voirie en ville 187

1.4 – Les travaux dont l'objet d'étude est l'accessibilité aux transports et aux fonctions urbaines 188

2 – L'analyse de la vulnérabilité ciblée sur les enjeux : intérêt, présentation et mise en oeuvre 189

2.1 – Le ciblage sur les enjeux : intérêts opérationnels et méthodologiques 189

2.2 – La vulnérabilité des enjeux et ses facteurs de compensation : présentation et application 189

2.2.1 – Le risque, un compromis de vulnérabilités des enjeux contrebalancées par un jeu de forces 189

2.2.2 – Application dans le cadre du programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito » 191

2.2.2.1 – Une étude axée autour de six formes de vulnérabilités 191
2.2.2.2 – Aléa et vulnérabilité 193

2.3 – L'analyse de vulnérabilité des enjeux du système de mobilité : procédure et mise en œuvre 194

2.3.1 – Une étude basée sur un large éventail d'informations primaires émanant de sources complémentaires 194

2.3.2 – Procédure et critères d'évaluation de la vulnérabilité 197

2.3.2.1 – Procédure : les vulnérabilités relèvent de différentes échelles systémiques 197
2.3.2.2 – Les critères d'évaluation de la vulnérabilité des enjeux du transport à Quito 199

2.3.3 – Le recours au SIG pour analyser certaines vulnérabilités 202

2.3.3.1 – Le calcul des pentes des tronçons routiers 202
2.3.3.2 – L'éloignement des enjeux par rapport à la localisation des forces de secours 204
2.3.3.3 – Les aléas : une multitude de phénomènes en présence 206
2.3.3.4 – Les aléas : cartographie des phénomènes et mesure de l'exposition 225

2.3.4 – Méthode de pondération et de valoration des vulnérabilités : une double approche qualitative et quantitative *230*

2.3.4.1 – Des facteurs de vulnérabilité plus ou moins pénalisants *230*
2.3.4.2 – Méthode de valoration des vulnérabilités *232*

2.4 – L'analyse de vulnérabilité des enjeux du système de mobilité : résultats cartographiques ***240***

2.4.1 – Représentation cartographique des vulnérabilités des enjeux majeurs : des situations très contrastées *240*

2.4.1.1 – Les axes routiers : une vulnérabilité fortement hétéroclite, tantôt accentuée par certains facteurs, tantôt compensée *240*
2.4.1.2 – Les ponts : entre une vulnérabilité nulle et une vulnérabilité maximale *244*
2.4.1.3 – Les centres de transport et les tunnels : un bilan nuancé *247*

2.4.2 – Synthèse : les accès à la ville et les communications intra-urbaines nord-sud fortement vulnérables *250*

2.4.2.1 – La notion de vulnérabilité synthétique cumulée *250*
2.4.2.2 – Le calcul de la vulnérabilité synthétique cumulée *250*
2.4.2.3 – Carte de la vulnérabilité cumulée des enjeux de la mobilité *255*

Conclusion ***258***

III – La vulnérabilité du système de mobilité du District Métropolitain de Quito

L'objectif de cette troisième partie est de comprendre quelles sont les diverses formes de vulnérabilité du système de mobilité du district métropolitain de Quito. Plusieurs questions se posent. Comment appréhendons-nous la vulnérabilité du système de mobilité de Quito ? Quelle va être notre démarche pour l'évaluer ? Quels sont les facteurs de vulnérabilité du système de mobilité du district métropolitain de Quito ? Quels sont les enjeux les plus vulnérables ?

Avant de répondre à ces interrogations, il nous paraît important de dresser un rapide aperçu sur la manière dont a été analysée jusqu'à présent la vulnérabilité dans le domaine de la voirie et des transports de personnes. Ceci permet de nous donner des pistes pour notre propre recherche et de montrer l'originalité et les avantages de notre démarche.

1 – La vulnérabilité des transports et des réseaux : aperçu des travaux préalables

1.1 – Introduction à la notion de vulnérabilité de la mobilité

Comprendre la vulnérabilité d'un système, revient à analyser ses problèmes, les points de faiblesse de son fonctionnement, ses fragilités à s'organiser, ses difficultés à affronter des périodes de crise. L'origine de ces faiblesses peut être appréhendée par le biais de l'analyse de « facteurs » qui sont les mécanismes qui aboutissent à la vulnérabilité. En général, les travaux qui analysent les problèmes des transports se focalisent tantôt sur les facteurs endogènes (faiblesses institutionnelle, financière, organisationnelle… spécifiques aux transports), tantôt sur les phénomènes liés à la ville et à son environnement local, national (problème d'agencement territorial, contrainte de site, contextes économique, politique nationaux…), tantôt sur l'exposition des réseaux aux aléas (grèves, coupure électrique, inondation, séisme…). La plupart de ces travaux ne traitent bien souvent que d'un seul facteur de vulnérabilité, ou d'un seul aléa à la fois.

Parmi les analyses qui identifient les multiples causes des problèmes quotidiens, l'origine des perturbations épisodiques et/ou les risques associés, toutes disciplines et acceptions confondues, notons les quelques exemples suivants :

1.2 – Les travaux axés sur l'exposition des réseaux routiers aux aléas

Ils sont de loin les plus nombreux et dépassent le plus souvent l'échelle urbaine pour la simple et bonne raison que les aléas d'origine naturelle ont une extension souvent très vaste (séisme, éruption volcanique…). Dans ce groupe, se trouve l'ensemble des travaux prospectifs d'évaluation des dommages susceptibles d'être occasionnés aux ouvrages routiers et aux lignes vitales de communication (*lifelines*) par des catastrophes majeures. Ces travaux, basés sur des retours d'expériences et la volonté d'éviter la réitération des effets préjudiciables (séisme de *Loma Prieta* – Californie - 1989, Ouragan Mitch - 1998…), relèvent généralement d'études de génie civil ciblées sur un aléa, sur un mécanisme d'atteinte spécifique. Par exemple, les travaux étasuniens de la *Federal Emergency Management Agency* analysent la vulnérabilité à l'échelle nationale de l'ensemble des systèmes d'approvisionnement (eau, carburant, électricité) et de communication (réseau viaire, réseau d'informations) face à l'aléa sismique. Ces travaux ont des applications directes en matière de réduction du risque sismique (amélioration des normes parasismiques de construction) et peuvent servir pour l'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures routières à l'échelle d'une agglomération. Une étude (ATIAGA G., DEMORAES F., 2002) a d'ailleurs permis d'évaluer la vulnérabilité sismique des ponts du District de Quito grâce à cette méthodologie.

En Amérique Centrale, depuis une dizaine d'années, de nombreuses études, dont une synthèse (OEA-UDSMA, 2001) a été établie en partenariat avec le *CEPREDENAC* (Centre pour la Prévention des Désastres Naturels en Amérique Latine), ont permis d'identifier les sections de la route Panaméricaine vulnérables face aux inondations, glissements de terrain, ouragans, séismes et éruptions volcaniques. Par ailleurs, quelques rares gouvernements conscients de la vulnérabilité des transports face aux aléas et des risques associés ont créé des entités intégrant ces deux thématiques. Par exemple, le Japon a réuni dans un même ministère à la fois les transports et les risques[143]. Dans ce pays, on le sait, les préoccupations majeures sont liées aux séismes qui, dans l'histoire, ont été à l'origine de très graves dommages. T.J. COVA et S. CONGER (2004) s'interrogent pour leur part, sur l'impact des aléas « environnementaux » (avalanches tremblement de terre, inondation et rupture de digue, phénomènes météorologiques, mouvements gravitaires) sur les transports à l'échelle de l'Amérique du Nord.

De nombreuses études ciblées sur les espaces montagnards, où les phénomènes générateurs de dommages se manifestent avec plus de fréquence et d'ampleur, permettent de souligner également les risques associés à l'exposition des infrastructures routières aux mouvements gravitaires de versant[144], aux laves torrentielles (MARNEZY A., PLA C., 2000), aux avalanches et aux débâcles glaciaires[145].

[143] Cf. organigramme consultable à l'adresse suivante : http://www.mlit.go.jp/

[144] En mars 2003, par exemple, un séminaire international a eu lieu sur le thème "Gestion durable du risque des pentes pour les routes" à Katmandou, Népal.

[145] Une communication sur le grave problème de l'exposition des routes et des établissements humains aux débâcles glaciaires au Népal, a été présentée par le chercheur Ujol SCHERCHAN dans le cadre de la conférence intitulée « Une crise Mondiale sur l'Eau peut-elle être évitée? » organisée par l'Office International de l'Eau, le Montain Forum et la Chaire UNESCO des Ressources en Eau à Chambéry en mai 2003.

A l'échelle des villes, notons que les études préalables à la construction d'ouvrages de protection (digues, murs de soutènement) ou de prévention (plages de dépôt, systèmes de drainage…) menées par les services techniques, les organismes de coopération et cabinets d'expertises[146], visent certes à réduire les risques d'endommagement de la voirie, mais aussi plus généralement de l'ensemble des établissements, la ville étant par essence une concentration d'enjeux humains. En France, une étude menée à Lyon et à Macon par le Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme (CERTU, 2002) a mis en évidence la vulnérabilité des réseaux urbains (parmi lesquels le système viaire) et des gestions de crises face aux inondations, grâce à une série d'enquêtes réalisées auprès des gestionnaires des réseaux.

1.3 – Les travaux axés sur les problèmes liés au fonctionnement, à la gestion des transports et aux caractéristiques de la voirie en ville

Ces études analysent les facteurs économiques, politiques, juridiques, organisationnels, d'agencement spatial, induisant des problèmes pour les systèmes de transport urbain et de voirie en ville. On relève de nombreux travaux présentés lors des congrès CODATU (Conférence sur le Développement et l'Aménagement des Transports Urbains) sur le cadre institutionnel et la réglementation des transports dont la dérégulation (DOURTHE A., et al. 1998) ou l'imprécision, notamment en terme de périmètre d'intervention, et les insuffisances en terme de moyens conférés, peuvent être à l'origine de la dégradation du service de transport public (MATOUK A., ABEILLE M., 1994). De même, certains auteurs soulignent le manque de professionnalisation des entreprises de transport qui se voient dans l'impossibilité d'assurer un service de qualité, en dehors du Brésil (HENRY E., 1998). D'autres études mettent en avant, outre les rapports de force entre institutions imputables à des recoupements de compétence liés au flou juridique, les problèmes financiers associés à la municipalisation des transports, aux crises économiques et aux politiques d'ajustement structurel (BARBIEUX C., GREGOIRE B., 1998).

Certains documents (HENRIQUEZ L., 1998) décrivent l'explosion du parc automobile et les problèmes de voirie (insuffisamment étendue, trop étroite, faiblement hiérarchisée, trop polarisée) ou encore l'inéquitable répartition de certaines infrastructures (parkings, gares routière et ferroviaire, ateliers de maintenance…) au sein du tissu urbain occasionnant des embouteillages, des gaspillages d'énergie et des retards (DATTA B., 1998). Les problèmes de cohésion d'un secteur à un autre, la concentration des fonctions au sein des aires métropolitaines (ZHIRI OUALALOU T., CHANSON-JABEUR C., 1998) et les effets « barrières » associés à certaines voies rapides urbaines (YAÑEZ-THIRÉ E., MÉJEAN C., 1998) sont à l'origine de graves problèmes de communication intra-urbaine.

Cette liste n'est pas exhaustive ; elle permet cependant de montrer la multiplicité des causes des problèmes et perturbations autres que les aléas d'origine naturelle. A noter également que le terme « vulnérabilité » n'est pas toujours mentionné par les auteurs : toutefois ces facteurs

[146] Parmi les nombreux travaux en Amérique Latine, notons les initiatives suivantes. A La Paz, la GTZ (Service de coopération technique allemand) a travaillé en partenariat avec la mairie dans le but de réduire les risques de glissements de terrain. A Quito, le service municipal des eaux (EMAAP-Q) dans le cadre du projet *Laderas de Pichincha* a également permis de réduire les risques de laves torrentielles. Un projet analogue a vu le jour à Managua (projet *Candelaria*) avec la construction d'une vingtaine de micro-barrages en amont de la ville (voir HARDY S, 2003).

anthropiques et spatiaux permettent de comprendre, à notre sens, la vulnérabilité d'un système de mobilité, dans la mesure où tous ces agents contribuent à gêner, perturber le fonctionnement et la gestion des transports et de la voirie.

En France, dans le cadre du PREDIT[147], certains travaux (VILLÉ J., 2003) analysent la fiabilité des systèmes de transports (de personnes, de marchandises, urbains, extra-urbains) en tenant compte des caractéristiques d'évolution technologique de la demande de transport (l'automatisation et l'organisation en réseaux intermodaux, tout en renforçant les interdépendances, accroissent les fragilités). Ces réflexions s'orientent sur les causes les plus critiques de perturbation des systèmes de transport à court et moyen termes et sur les possibilités de rupture par rapport aux pratiques actuelles. De son côté, K. BERDICA (2000) souligne le manque probant de terminologie appropriée concernant la vulnérabilité des réseaux routiers et propose d'inverser la manière d'étudier les réseaux en ne considérant non plus leur fiabilité comme il est d'usage, mais bel et bien leur manque de fiabilité (= vulnérabilité). K. BERDICA (2000) a mis en place cette approche sur la ville de Stockholm. M. APPERT et L. CHAPELON (à paraître) proposent pour leur part une définition et une méthode de mesure de la vulnérabilité de l'appareil circulatoire de la ville de Montpellier. Ces dernières études portent donc sur des villes de pays du Nord (France, Suède) dont les réseaux routiers et les systèmes de transport sont particulièrement complexes. Ces analyses reposent sur de solides bases de données comme nous n'en disposons pas à Quito.

1.4 – Les travaux dont l'objet d'étude est l'accessibilité aux transports et aux fonctions urbaines

L'optique est ici différente, il ne s'agit plus de montrer en quoi un système de transport est vulnérable du fait de facteurs endogènes et exogènes, mais de comprendre sous un angle davantage sociologique en quoi certains citadins sont vulnérables compte tenu du fait que leur condition pécuniaire ne leur permette pas d'utiliser un moyen de transport motorisé, qu'elle ne leur permette pas d'habiter dans un quartier proche des centralités ou dans un quartier desservi par un service de transport régulier suffisant et connectif leur permettant de se déplacer sur de grandes distances (DIMITRIOU H., 1994). Ceci est particulièrement le cas des grandes mégapoles, extrêmement étendues, telle Rio de Janeiro, dans lesquelles les habitants des périphéries, démunis et par voie de conséquence peu mobiles (CAMARA A., 1994), n'ont que peu de possibilités d'accéder à un emploi. Des études similaires ont été menées sur le continent africain très particulier en ce sens que la mobilité conditionne fortement les réseaux sociaux, essentiels à la survie des communautés urbaines (GODARD X., 1998 ; CUSSET J-M., 1998)

Ce bref récapitulatif montre l'extrême diversité des approches articulant les thématiques de mobilité et vulnérabilité. Ces approches sont-elles pour autant suffisantes ? Sont-elles directement utilisables dans notre cas d'étude ? Ne nécessitent-elles pas une reformulation ? Quelle méthode devons-nous adopter pour tenter d'évaluer la vulnérabilité du système de mobilité de Quito ? Quelle démarche devons-nous suivre afin de s'assurer de son opérationnalité permettant d'orienter les gestionnaires vers la mise en œuvre de certaines mesures pour réduire la vulnérabilité ?

[147] Programme National de Recherche et d'Innovation dans les Transports Terrestres, à l'initiative des ministères chargés de la recherche, des transports, de l'environnement et de l'industrie, de l'Ademe et de l'Anvar.

2 – L'analyse de la vulnérabilité ciblée sur les enjeux : intérêt, présentation et mise en oeuvre

2.1 – Le ciblage sur les enjeux : intérêts opérationnels et méthodologiques

Par rapport aux études préalables, nous avons délibérément opté de cibler les analyses de vulnérabilité sur les enjeux majeurs du fonctionnement du système. Cette démarche présente plusieurs intérêts. Tout d'abord, dans une perspective d'optimisation de réduction des risques compte tenu de la capacité financière relativement restreinte de la ville de Quito, il paraissait pertinent de se focaliser sur les structures essentielles, c'est-à-dire sur celles dont l'endommagement serait le plus préjudiciable pour le système urbain, et qu'il faut par conséquent protéger ou épargner à tout prix. D'autre part, analyser la vulnérabilité des enjeux du système urbain présente un avantage méthodologique dans la mesure où il est impossible de procéder à des analyses exhaustives notamment lorsqu'on travaille dans une grande ville compte tenu de la durée généralement courte des programmes de recherches (dans notre cas, 4 ans). Enfin, les enjeux identifiés à l'échelle de l'agglomération, sont des objets d'un intérêt commun (routes, hôpitaux, patrimoine..) familiers aux gestionnaires municipaux ou privés, sur lesquels ces derniers ont directement prise que ce soit pour leur administration en temps normal ou pour leur gestion en période de crise. En effet, à Quito, depuis le milieu des années 1990 avec la loi sur le Régime Municipal du District Métropolitain, la municipalité a vu ses compétences renforcées dans de nombreux domaines. D'autre part, la gestion des risques est devenue sur décision présidentielle une responsabilité de la municipalité depuis la crise volcanique du *Pichincha* de 1999.

2.2 – La vulnérabilité des enjeux et ses facteurs de compensation : présentation et application

2.2.1 – Le risque, un compromis de vulnérabilités des enjeux contrebalancées par un jeu de forces

L'usage du concept de vulnérabilité dans les études de risque remonte à une trentaine d'années tout au plus et s'est surtout généralisé au cours de la dernière décennie. Cette notion a beaucoup évolué et demeure polysémique. Elle n'en reste pas moins une composante essentielle du risque au même titre que les aléas et plus récemment les enjeux. Contrairement au risque, la vulnérabilité n'est pas une potentialité. Elle est tangible et peut plus ou moins bien se mesurer. R. D'ERCOLE (1998) considère la vulnérabilité comme « l'expression synthétique d'un certain contexte, d'un certain nombre de conditions propices, ces dernières étant susceptibles d'engendrer des dommages et/ou dysfonctionnements majeurs en cas de concrétisation d'un aléa », l'aléa étant quant à lui un phénomène d'origine naturelle ou anthropique dont la survenance est incertaine, nous y reviendrons.

Généralement, les travaux mettent l'accent sur « les points de faiblesses » mais de plus en plus les études intègrent aussi l'autre dimension du risque, c'est-à-dire « les points forts » qui permettent de contrecarrer les premiers. Les concepts de résilience, de résistance sont souvent

évoqués mais leurs acceptions sont multiples. Le terme de résilience, initialement utilisé par les physiciens anglophones, caractérise la résistance des corps au choc. Depuis, son usage s'est élargi. Dans son ouvrage, A. DAUPHINÉ (2001) mentionne que ces deux concepts sont « souvent assimilés aux capacités d'un système à se rétablir après une catastrophe ». Dans le Dictionnaire de Géographie, P. BAUD et al (1997) définissent la résilience comme la « capacité d'un système à changer et revenir à son état initial ». Si cette définition est valable en écologie, dans les analyses urbaines, le système post-crise est rarement identique à celui qui prévalait. C. LUTOFF (2000), dans le même esprit, distingue les « facteurs de vulnérabilité aggravants des facteurs de vulnérabilité minorants ». Elle considère un vaste ensemble de paramètres susceptibles d'empêcher en cas de crise sismique le maintien des fonctions vitales (alimentation en énergie, en eau, communication…), tout comme les atouts permettant de pallier à leurs dysfonctionnements (constructions parasismiques, actions de protections et de préventions engagées…). La notion de capacité de réponse est également considérée parmi les forces qui contribuent à minimiser les vulnérabilités dans certaines études (D'ERCOLE R., DEMORAES F., 2003) : « Le risque est non seulement la résultante, la conjonction spatiale de dynamiques négatives mais également de dynamiques positives, ces dernières ayant pour effet de le réduire ». Dans leur diagnostic sur les risques d'origine naturelle en Equateur, les capacités de réponse correspondent à la présence, dans les cantons, d'organismes susceptibles, de par leurs actions et possibilités d'intervention en situation d'urgence, de réduire le risque ou du moins les conséquences d'une catastrophe. Quelle que soit la terminologie utilisée, le risque est donc un jeu de vulnérabilités et de facteurs de compensation caractéristiques des enjeux comme nous tentons de le résumer dans la figure 9.

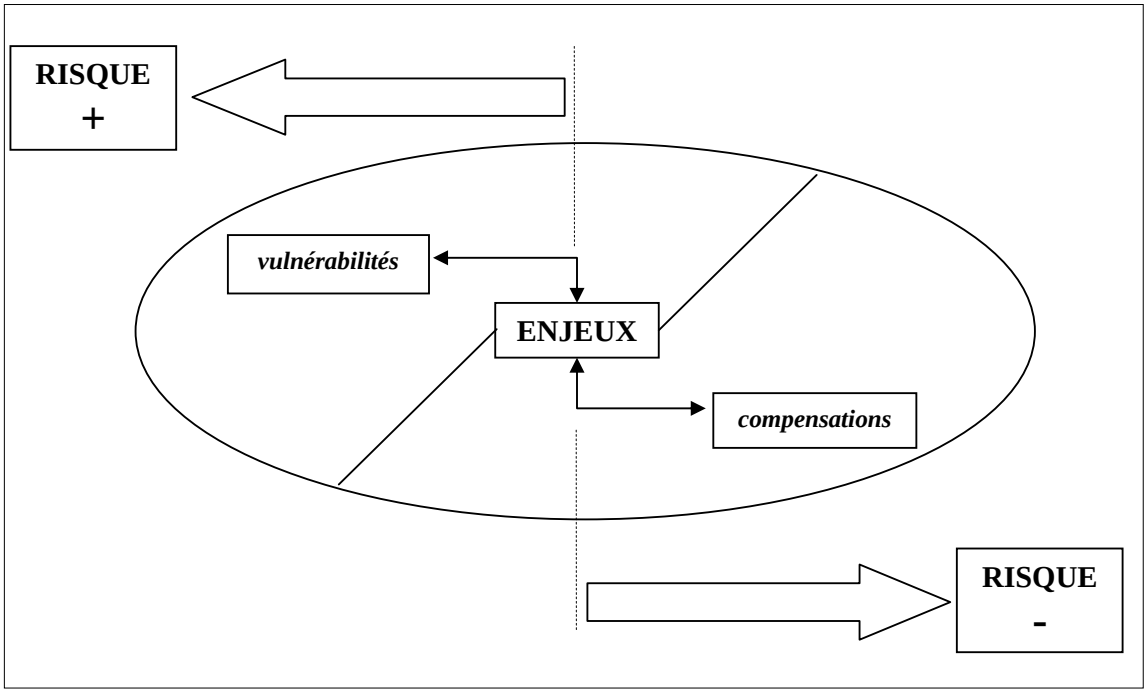


Figure 9 : Le risque, un jeu de vulnérabilités des enjeux et de facteurs de compensation.

Le risque encouru par la perte, l'endommagement ou le dysfonctionnement d'un enjeu sera donc d'autant plus élevé que l'enjeu accumule de nombreuses vulnérabilités et peu d'attributs pour les compenser. L'inverse se vérifie aussi.

2.2.2 – Application dans le cadre du programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito »

2.2.2.1 – Une étude axée autour de six formes de vulnérabilités

Dans le cadre du programme, nous avons identifié six grandes formes de vulnérabilité qui nous paraissaient pertinentes pour essayer d'aborder un large spectre de faiblesses et de points forts des enjeux, quel que soit le domaine considéré (l'économie, la population, le réseau électrique, le réseau d'eau potable, la mobilité…). Les six formes que nous présentons, de manière synthétique dans un premier temps, sont :

- la vulnérabilité intrinsèque : correspond aux faiblesses internes, aux fragilités propres, aux faiblesses structurelles et structurales de l'élément étudié.

- la dépendance : reflète les relations de dépendance de l'élément vis-à-vis d'autres systèmes, relations qui sont nécessaires à son fonctionnement.

- l'exposition aux aléas et la susceptibilité d'endommagement : considère les différents types d'aléas d'origine naturelle et anthropique auxquels sont exposés les éléments et permet de juger si ces derniers sont susceptibles de connaître des dommages ou des dysfonctionnements.

- la capacité de contrôle : est entendue comme la possibilité de contrôle de l'élément, c'est-à-dire s'il est facile ou non d'intervenir au niveau de l'élément, directement ou à distance, en cas de problème.

- les alternatives : reflètent les possibilités de remplacement, de substitution d'un élément remplissant une fonction donnée, en cas de défaillance.

- la préparation aux crises : correspond aux mesures préventives, aux diverses formes de préparation, à l'existence de plans prévus par les gestionnaires pour faire face aux crises.

D'une manière générale, les trois premières formes correspondent plutôt à un ensemble de faiblesses caractéristiques des enjeux tendant à accroître le risque alors que les trois dernières formes correspondent davantage à un ensemble d'actions ou de situations qui tendent à contrebalancer les faiblesses des enjeux et donc à réduire le risque. Toutefois, cette vision est subjective, car à l'intérieur même de chacune des six formes de vulnérabilités, certains indicateurs ne sont pas toujours évidents à classer. En effet, tout dépend de la formulation de la question. Par exemple, en ce qui concerne la vulnérabilité intrinsèque, nous avons utilisé dans plusieurs domaines l'indicateur « sismo-résistance » des constructions (hôpitaux, entreprises, administrations, centres de transport…). Si l'on se pose la question de savoir quels sont les bâtiments édifiés sans normes parasismiques, alors on aborde le problème davantage sous l'angle des faiblesses. En revanche, si l'on se pose la question de savoir

quelles sont les constructions qui répondent aux normes, on recherche plutôt les points forts. Ceci dit, l'important est que les questions permettent de faire ressortir les fragilités tout comme les forces.

Si généralement les aléas sont analysés en premier lieu dans les analyses de risques classiques, dans notre étude, nous l'avons vu, nous n'avons pas procédé de la même manière puisque tout d'abord nous avons commencé par étudier les enjeux du fonctionnement de la mobilité. Après avoir identifié les enjeux, nous analysons leurs vulnérabilités et nous ne commençons pas délibérément par la vulnérabilité face aux aléas. « En partant de l'enjeu, il est possible de repérer des vulnérabilités indépendantes de l'exposition. En effet, la non-exposition d'un enjeu sur un territoire n'est pas synonyme de non-vulnérabilité : des enjeux, même non exposés, peuvent dépendre, pour fonctionner, d'un ou de plusieurs éléments vulnérables, qui peuvent de surcroît être exposés »[148]. Nous considérons en effet qu'il existe des facteurs qui pénalisent sans doute davantage le fonctionnement du système urbain au quotidien ou qui peuvent se manifester occasionnellement indépendamment de l'occurrence d'un aléa. C'est pourquoi nous analysons de prime abord la vulnérabilité intrinsèque et les vulnérabilités liés aux dépendances, domaines dans lesquels les gestionnaires peuvent d'ores et déjà intervenir pour réduire la vulnérabilité. D'autre part, nous le verrons par la suite, la connaissance et la cartographie des aléas étant partielles à Quito, il nous paraissait plus judicieux de commencer à décrypter les vulnérabilités à partir des deux premières formes beaucoup plus tangibles. Enfin, ayant travaillé au début du programme en partenariat avec des chercheurs des sciences de la terre censés fournir des cartes plus précises en terme d'aléas sismique (projet *Nakamura*) et d'instabilité des sols, nous avons avancé l'analyse dans des champs d'emblée accessibles en attendant (en vain !) les derniers travaux qui nous auraient permis d'affiner la mesure de l'exposition des enjeux.

Une autre singularité de notre démarche par rapport aux études de risques conventionnelles qui n'analysent généralement qu'un seul aléa à la fois, est que nous avons retenu l'ensemble des aléas susceptibles de concerner les enjeux du district. « Ceci permet de mettre en évidence l'ensemble des menaces (anthropiques ou d'origine naturelle) qui peuvent affecter un enjeu et donne la possibilité de mettre à jour des mécanismes d'enchaînements cyndinogènes d'aléas »[149]. Par exemple, à Quito, les deux dernières éruptions volcaniques (1999 et 2002) ont engendré sur la ville des chutes de cendres, heureusement en quantité assez réduite (de 2 à 8 mm). Malgré cela, les perturbations et dysfonctionnements ont été relativement nombreux[150] mais surtout les dépôts de téphras ont laissé planer l'avènement d'un deuxième aléa, les inondations particulièrement perturbatrices de la mobilité (cf. infra). En effet, les sédiments volcaniques risquaient avec le ruissellement des eaux pluviales de s'infiltrer dans les égouts, et de colmater les réseaux déjà insuffisants en période normale. Cette menace a donc motivé les gestionnaires municipaux à entreprendre de vastes programmes de nettoyage des chaussées comme nous le verrons par la suite. Cet exemple, choisi parmi d'autres, illustre bien le jeu d'interactions qui peut se manifester entre les aléas et le fait de privilégier une approche multi-phénomène.

[148] D'après une communication de R. D'ERCOLE présentée en février 2004 à l'équipe III d'EDYTEM (Université de Savoie)
[149] Idem
[150] Voir notamment D'ERCOLE R., METZGER P., 2000

Enfin, si dans les études de risque classiques, l'aléa est considéré comme une composante à part entière du risque, dans notre étude nous l'englobons dans une forme de vulnérabilité.

2.2.2.2 – Aléa et vulnérabilité

D'une manière générale, dans les pays du sud, l'extension spatiale et la gravité des phénomènes dommageables d'origine naturelle ne sont que partiellement connues[151]. Faute d'information suffisante, et faute d'une perception du risque aussi bien par les pouvoirs locaux que par les sociétés civiles en général, il n'y a pas toujours le choix concerté, en toute connaissance de cause, d'exposer un enjeu à la perte dans l'espoir d'un gain. « La mise en exposition des enjeux de la société constitue donc un facteur de vulnérabilité. On peut se placer en situation d'exposition en connaissance de cause ou bien inconsciemment, ce qui traduit également des faiblesses dans la mesure où on n'a pas su ou pu identifier et évaluer les dangers »[152]. Ce dernier point renvoie à une vulnérabilité du système de surveillance et de prévention des phénomènes dommageables (par exemple, des insuffisances dans la couverture d'un réseau de sismographes, compte tenu de la faiblesse des crédits alloués à la recherche...). Cette situation a été observée à Quito, lors de l'éruption volcanique du *Reventador*, volcan largement sous-équipé en appareils de mesures. Son entrée en éruption a pris au dépourvu aussi bien les scientifiques que les décideurs politiques.

Par ailleurs, « de nombreux aléas ont pour base des phénomènes physiques extérieurs à la société mais c'est la société elle-même qui crée les conditions de l'endommagement »[153]. En ce sens, si certains aléas sont essentiellement naturels (séismes, éruptions volcaniques, cyclones…), les sociétés humaines ne pouvant intervenir sur leurs causes, le risque « naturel » est un non-sens. P. PIGEON (2002a) dans ses réflexions sur les notions et les méthodes en géographie des risques dits « naturels » indique : « … les interactions entre processus physiques et facteurs de peuplements favorisant inégalement l'endommagement, rendent le qualificatif naturel, classiquement accolé au risque, absurde ». Dans le même ordre d'idée, P. PIGEON (2002b), explique que : « …l'interprétation géographique du risque suppose que, avant et au moment de l'endommagement effectif, ou bien seulement au moment de l'endommagement effectif, les processus physiques évoluent sous l'effet des facteurs de peuplement, la réciproque étant vérifiable ». En d'autres termes, l'aléa, à l'origine naturel, peut voir ses modalités de survenue modifiées par l'anthropisation. Ceci se vérifie particulièrement dans un contexte urbain, tel que celui de Quito, où le réseau hydrographique a été dans sa quasi-intégralité canalisé et enterré, modifiant drastiquement les écoulements originels. De façon similaire, la présence de remblais contribue à modifier les ondes sismiques, accentuant le plus souvent leurs effets dommageables. B. TAMRU (2002)[154] analyse la pertinence d'une étude des dynamiques urbaines afin de révéler les « processus de vulnérabilisation » dans le cadre d'une émergence du risque d'inondation à Addis-Abeba : « L'étude de l'évolution urbaine de la capitale de l'Ethiopie est mobilisée pour éclairer les mécanismes de vulnérabilisation afin de cerner les modes d'émergence du danger… ». Ceci confirme bien que les aléas physiques sont finalement loin d'être uniquement naturels dans

[151] Ceci ne veut pas dire qu'au nord elles le soient parfaitement, mais peut-être davantage (cf. deuxième partie)
[152] D'après une communication de R. D'ERCOLE présentée à Paris à l'UR « Environnement Urbain » en septembre 2003
[153] Idem
[154] Egalement membre de l'UR « Environnement urbain » (IRD)

les métropoles. D'autre part, de nombreux aléas sont exclusivement le fait des activités humaines et de leurs vulnérabilités. C'est le cas en particulier des aléas anthropiques créés par les sociétés (stockage de produits inflammables ou radioactifs, violences urbaines…..). A. DAUPHINE (2001) parle de « risques endogènes produits par la seule ville ou plus précisément par ses agents ».

Les grands traits de la démarche utilisée dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le District Métropolitain de Quito » pour analyser la vulnérabilité des enjeux majeurs ayant été expliqués, nous proposons, à ce stade, de montrer comment nous avons, dans la pratique, évalué la vulnérabilité des enjeux majeurs du système de mobilité du district métropolitain de Quito. Quels sont les principaux résultats ?

2.3 – L'analyse de vulnérabilité des enjeux du système de mobilité : procédure et mise en œuvre

2.3.1 – Une étude basée sur un large éventail d'informations primaires émanant de sources complémentaires

Analyser la vulnérabilité d'un système de mobilité est un travail complexe qui requiert considérer un vaste panel de données. Notre étude se base sur différentes sources afin d'examiner le plus grand nombre de vulnérabilités possibles parmi les six formes retenues (intrinsèque, dépendance, exposition aux aléas, capacité de contrôle, alternative, préparation). Bien évidemment, ce travail avant tout méthodologique, ne prétend pas à l'exhaustivité. Il est toujours possible d'approfondir davantage, d'entrer plus dans le détail. Ceci dit, on peut penser que les vulnérabilités du système de mobilité les plus visibles, les plus caractéristiques, les plus pénalisantes, c'est-à-dire celles qui sont communément identifiées par les gestionnaires, par les citadins et par les chercheurs, ont été retenues. On ne peut toutefois pas analyser les vulnérabilités des différents enjeux majeurs à partir des mêmes critères et on ne peut pas utiliser les mêmes documents ou s'adresser aux mêmes interlocuteurs pour être renseigné sur les six formes de vulnérabilités relatives aux divers enjeux. C'est pourquoi nous avons singularisé parmi les enjeux majeurs quatre grands types, en fonction de leur nature, de leurs caractéristiques, de leur fonction. Les quatre types d'enjeux majeurs sont :

- **les tronçons routiers**
- **les ponts** (ensembles d'ouvrages viaires ayant une section aérienne, un tablier suspendu)
- **les tunnels**
- **les centres de transport** (le terminus de transport des bus interprovinciaux et les stations de correspondances du trolley) c'est-à-dire les nœuds du réseau de transport en commun.

L'évaluation de la vulnérabilité des quatre types d'enjeux majeurs repose sur trois catégories d'informations primaires. Cette collecte initiale d'informations a précédé l'analyse que nous développerons plus loin. Les trois catégories d'informations primaires sont :

- la récupération d'informations brutes,
- la constitution de certaines données,
- les entretiens auprès des gestionnaires

Récupération d'informations brutes :

Pour comprendre les faiblesses en période normale, nous avons tout d'abord compulsé de nombreux documents, rapports, études réalisés par les différents organismes en charge du fonctionnement de la mobilité. En particulier, nous nous sommes servis du Schéma Directeur des Transports et de la Voirie préparé par la Direction Métropolitaine des Transports et de la Voirie (MDMQ-DMT, 2002). Ayant eu l'opportunité de participer à son élaboration, en particulier pour le diagnostic de la situation actuelle, ce document fait état des multiples problèmes auxquels sont confrontés au quotidien les transports et la mobilité des personnes à Quito. Les statistiques de la Direction Nationale du Transit nous ont été utiles pour déterminer les lieux les plus conflictuels où sont enregistrés le plus grand nombre d'accidents. D'autres études menées par notre équipe, notamment celle de J. ESTACIO (2001) sur le stockage et le transport de combustibles, nous ont permis d'évaluer les axes routiers et les lieux exposés au danger d'explosion. Nous nous sommes servis aussi d'une revue de presse que nous avons constituée à partir de deux grands quotidiens (*El Comercio* et *El Hoy*) couvrant la période qui correspond à mon séjour sur place (avril 2000 à décembre 2002), soit un peu plus de deux ans et demi. Même si elle comporte de nombreuses lacunes et ne couvre pas tous les jours[155], elle permet toutefois d'avoir une autre vision que celle des gestionnaires et de mettre en évidence certains rapports de forces et rivalités, nous y reviendrons.

Pour mettre en exergue les fragilités en période troublée, la revue de presse a été également instructive car elle nous a permis d'identifier les lieux sensibles en cas de manifestations, de grèves, c'est-à-dire les axes fréquemment sujets aux perturbations. Nous avons consulté les quelques plans prévus pour affronter les états d'urgence. Nous avons, en particulier, exploité les informations du plan de crise[156] qu'avait préparé en 1998 la Municipalité de Quito pour parer à la menace d'une éruption du volcan *Pichincha*. Enfin, certaines synthèses mettant en avant les dysfonctionnements survenus lors des crises passées, telles celles réalisées par R. D'ERCOLE et P. METZGER (2000) pour l'éruption du *Pichincha* et par J. ESTACIO et R. D'ERCOLE (2003) pour l'éruption du *Reventador*, nous ont été également très utiles.

Constitution de certaines données :

Dans certains domaines, nous avons dû créer les données. C'est le cas en ce qui concerne la vulnérabilité des ponts du district dont l'effondrement de certains d'entre eux laisse présager des ruptures d'accessibilité (voir quatrième partie). Les études réalisées par G. ATIAGA et F. DEMORAES (2002 et 2003) en partenariat avec la faculté de Génie Civile de l'Ecole

[155] Pour pouvoir utiliser de manière efficace cette revue regroupant quelque 1 055 articles, ces derniers ont été classés par date en huit grandes rubriques (transport, trafic, voirie, Ecovía, trolley, aéroport, carburants, autre) rassemblant 120 thèmes. Voir annexes 6 et 7.
[156] MDMQ, 1998, *Plan de Contingencia*

Polytechnique Nationale Equatorienne, sur l'ensemble des infrastructures routières présentant une section suspendue (soit 90 ouvrages), nous permettent de dresser un rapide aperçu sur l'état actuel des structures enjeux majeurs. Elles nous permettent aussi de pressentir celles qui sont susceptibles de connaître les plus graves endommagements en cas de séisme compte tenu de leurs caractéristiques structurales (matériel de construction, alignement, nombre de tabliers, longueur...), compte tenu de leur localisation (sols sous-jacents) et compte tenu de l'accélération maximale attendue au sol (PGA[157]) associée à la secousse tellurique. Ce diagnostic se base sur une méthodologie d'évaluation du risque sismique adaptée de la méthode HAZUS®99 mise au point aux Etats-Unis[158] par la *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) en partenariat avec le *National Institute of Building Sciences* (NIBS). Elle permet de distinguer cinq niveaux de dégâts : nuls, légers, modérés, graves, complets. C'est également grâce à la collaboration avec la faculté de Génie Civile que nous avons pu estimer les vulnérabilités intrinsèques des tunnels et des centres de transport[159].

Entretiens auprès des gestionnaires :

En dehors des échanges au quotidien avec nos collègues municipaux, nous avons procédé à une série d'entretiens ciblés auprès des gestionnaires et des services techniques en charge de l'administration des enjeux. Ces derniers sont au courant des principaux problèmes affectant le fonctionnement des enjeux au quotidien ou dans les périodes de crise. Ces entretiens nous ont permis de confirmer ou d'infirmer certaines formes de vulnérabilités décelées au préalable et également d'en repérer de nouvelles. En ce qui concerne les enjeux de la voirie, nous avons consulté l'EMOP-Q (entreprise municipale de l'équipement)[160], la DMT (direction métropolitaine des transports et de la voirie)[161]. En ce qui concerne les questions relatives aux transports, nous avons consulté la DMT, l'EMSAT (entreprise métropolitaine de service et d'administration des transports), l'EMT (entreprise municipale des transports)[162] puis l'UOST (Unité d'opération du service du trolleybus)[163]. Pour ce qui est de la gestion du trafic, nous avons interrogé le service centralisé municipal de gestion des feux tricolores[164]. Certains organismes intervenant en cas d'urgence, tels les pompiers, ont également été consultés (en particulier pour les interventions dans les tunnels).

De nombreuses visites de terrain ont été entreprises, et en tant qu'usager du transport en commun, j'ai eu l'occasion de vivre au quotidien ou occasionnellement certains problèmes relatifs aux déplacements en bus et en trolley (faible connexité de certaines lignes de bus, déficiences techniques du trolley, faible qualité dans la prestation du service de transport en commun…). Ayant aussi conduit un véhicule, j'ai pu identifier les lieux congestionnés aux heures de pointe, les axes sujets aux embouteillages lors des week-ends chargés, la faible connexité du réseau routier dans certains secteurs, etc…

[157] Peak Ground Acceleration
[158] Direct Physical Damage to Transportation Systems, http://www.fema.gov/hazus/download.htm
[159] Le Dr Fabricio Yepez nous a largement aidé.
[160] Ing, Masapanta – Departamento de Fiscalización de la EMOP-Q (en ce qui concerne les tunnels)
[161] Arq. Marroquí – Arq. Julio Arteaga – Arq. Gerardo Viteri - Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad
[162] Ing. Carlos Nielsen - Subgerente administrativo financiero del terminal terrestre (gare routière)
[163] Ing. Carlos Poveda – Departamento de Operación del trolebús
[164] Ing. Roberto Cóndor - Central de Semaforización

A côté de ces informations primaires, nous avons exploité tout un ensemble de données déjà intégrées dans la base du SIG. C'est le cas en particulier des cartes d'aléas que nous décrirons ultérieurement. Grâce aux requêtes topologiques proposées par le SIG Savane, nous avons pu repérer d'autres vulnérabilités (pentes, sinuosité, repérage des remblais, éloignement des enjeux par rapport aux forces d'intervention…), nous y reviendrons.

A ce stade, la question est de savoir comment nous avons exploité ces informations, comment nous avons organisé l'analyse, quels critères ont été retenus pour évaluer la vulnérabilité des quatre types d'enjeux (tronçons routiers, ponts, tunnels, centres de transport).

2.3.2 – Procédure et critères d'évaluation de la vulnérabilité

2.3.2.1 – Procédure : les vulnérabilités relèvent de différentes échelles systémiques

Si l'on peut a priori analyser de nombreuses thématiques urbaines à partir des six formes de vulnérabilité (intrinsèque, dépendance, exposition aux aléas, capacité de contrôle, alternative, préparation), en revanche, les critères d'évaluation de la vulnérabilité à l'intérieur de chacune des formes seront bien évidemment distincts d'un domaine à l'autre. On n'étudie pas de la même manière la vulnérabilité intrinsèque d'un réseau électrique et la vulnérabilité intrinsèque du patrimoine ou d'un système de transport. D'autre part, à l'intérieur d'un même système, par exemple le système de transport, on n'analyse pas non plus de la même manière la vulnérabilité d'une route, d'un pont, d'un tunnel ou d'un centre de transport, même si effectivement, certaines variables peuvent s'appliquer à tous. C'est le cas par exemple, de l'exposition aux aléas.

Pour les trois premières formes de vulnérabilité (intrinsèque, dépendance, exposition aux aléas) nous avons donc cherché des indicateurs qui permettent de comprendre ce qui réduit la mobilité au quotidien, ce qui gêne les déplacements, mais aussi ce qui est susceptible d'entraver les communications ou d'engendrer des perturbations ou des dysfonctionnements majeurs dans des circonstances particulières. Ces indicateurs ont largement été inspirés par les paramètres retenus dans les travaux préalables présentés au début de cette troisième partie, dans le chapitre 1. Dans notre étude, les critères retenus font référence à plusieurs échelles systémiques. Ils renvoient tantôt à des vulnérabilités relatives à l'ensemble des systèmes sur lesquels repose la mobilité (le système institutionnel, le système d'infrastructures routières, le système d'offre de transport, analysés en première partie), tantôt à des systèmes connexes (système électrique, système d'approvisionnement en combustibles), tantôt à des vulnérabilités inhérentes aux éléments matériels du système de mobilité, les enjeux majeurs (cf. figure 1, p. 32). Par exemple, la vulnérabilité du trolleybus renvoie aussi bien à des vulnérabilités liées au fonctionnement et à la gestion du service (dérèglement des cadences, manque de synchronisation avec les lignes d'alimentation…), qu'à des vulnérabilités afférentes aux relations entre systèmes (l'alimentation électrique), ou encore à des vulnérabilités des véhicules (moteurs insuffisamment puissants ou facilement détériorés au contact de l'eau...).

Certaines vulnérabilités institutionnelles pénalisant la mobilité au quotidien ou épisodiquement ont été retenues. Elles affectent soit de vastes secteurs urbains, soit des éléments localisés. Par exemple, la permanence d'un double système de feux tricolores (celui de la mairie et celui de la police) hérité du changement de compétence institutionnelle amorcée en 1993 (cf. première partie) inhibe la gestion optimale de la circulation au sein de la ville. Les vulnérabilités institutionnelles se manifestent aussi à travers des rivalités entre acteurs et ont des répercussions seulement sur certains éléments. C'est le cas du contentieux entre le Conseil Provincial de *Pichincha* (organisme en charge d'une partie du réseau routier) et *Tribasa Colisa* (entreprise concessionnaire) au sujet de l'autoroute *Rumiñahui* permettant de relier Quito et la vallée de *Los Chillos*. Ce conflit est à l'origine de perturbations occasionnelles de la circulation sur cet axe[165].

Pour les trois premières formes de vulnérabilité (intrinsèque, dépendance, exposition aux aléas) nous avons donc cherché des variables qui permettent de comprendre ce qui réduit la mobilité au quotidien ou occasionnellement. En ce qui concerne les trois dernières formes (capacité de contrôle, alternatives, préparation aux crises), nous avons cherché des indicateurs qui tendent à contrebalancer les trois premières formes de vulnérabilités. Les systèmes analysés pour les trois premières formes permettent de déceler des facteurs pénalisants, mais aussi des facteurs de compensation. Par exemple, le système institutionnel induisant certaines vulnérabilités (cf. supra) peut d'un autre côté avoir préparé des plans de gestion d'urgence, ce qui constitue une force. Le système d'offre de transport peut avoir des difficultés à fonctionner au quotidien, mais il peut être organisé pour affronter une crise, par exemple, s'il possède des stocks de combustibles, s'il a prévu des itinéraires de délestage en cas de fermeture des axes habituels. En ce qui concerne le système routier, un ouvrage peut être construit sur un remblai, mais peut répondre aux normes parasismiques, ce qui réduit sa susceptibilité d'endommagement en cas de secousse tellurique. En dehors de ces systèmes, nous avons considéré le système d'organisation des secours (pompiers, police, unité municipale spéciale).

Les systèmes et éléments de l'environnement systémique dans lesquels nous avons recherché les six formes de vulnérabilités des enjeux majeurs du système de transport du DMQ sont présentés dans la figure 10.

[165] Dans le DMQ, le mode de production des infrastructures a évolué au cours des 10 dernières années, avec la pratique des concessions viaires qui s'est accélérée depuis 1998 (voir première partie). L'exemple illustre les répercussions sur le trafic d'un contentieux entre l'organisme concédant (le Conseil Provincial de Pichincha) et l'entreprise concessionnaire (Tribasa Colisa) au sujet d'un axe enjeu majeur, l'autoroute *Rumiñahui*. Les deux instances ont conclu un accord en 1994. Les élévations substantielles et répétitives du prix du péage décidées par Tribasa Colisa, contre lesquelles s'est opposé le Conseil Provincial avec véhémence dans un rapport de force qui a impliqué un recours en justice, ont eu des répercussions sur le trafic. Au mois d'avril 2001, la hausse du tarif passant du jour au lendemain, pour les véhicules légers de 0,24 à 0,37 centimes de dollars étasuniens, outre les protestations des usagers et le blocage de l'autoroute par une quinzaine de véhicules pendant près d'une heure, a conduit un nombre élevé d'automobilistes à emprunter l'ancienne route à Conocoto, plus sinueuse étroite et longue, mais gratuite. Ceci étant, face à la commodité de circulation sur l'autoroute, très vite les automobilistes sont revenus sur cet axe et n'ont pu que se résigner à payer. Cette situation met en exergue la prépondérance pour l'entité concédante de déléguer l'administration de certains tronçons routiers en restant maître de la politique tarifaire dans l'intérêt des automobilistes.

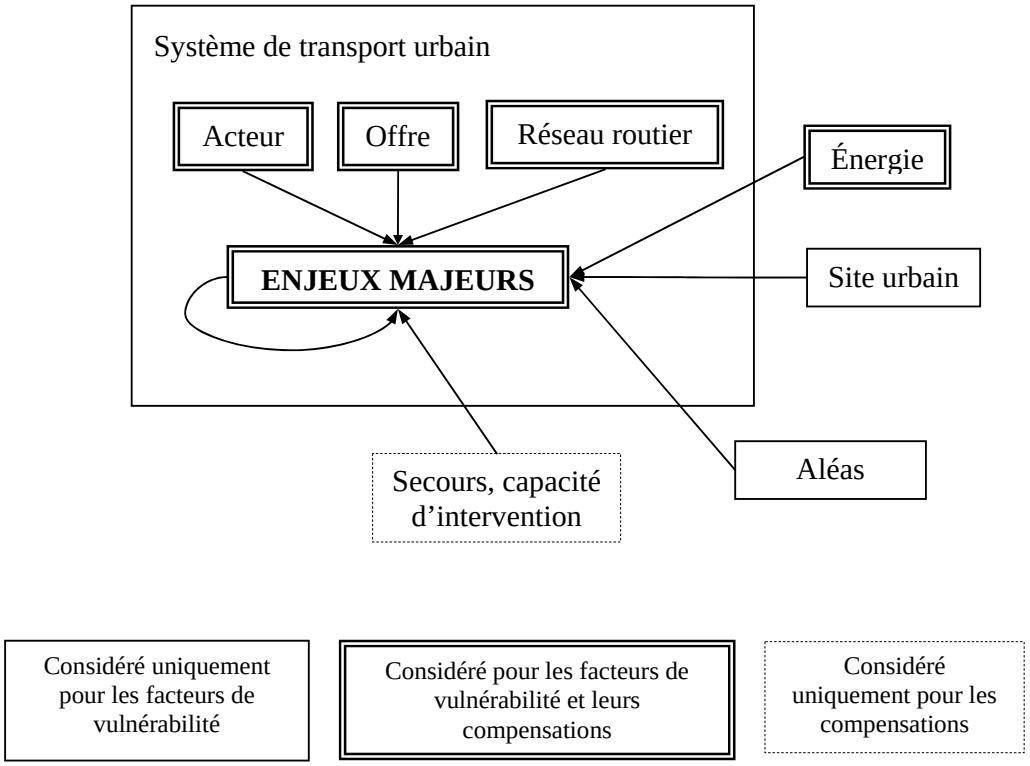


Figure 10 : Composants, systèmes et éléments de l'environnement systémique considérés pour l'analyse des six formes de vulnérabilités.

Ces différents niveaux de vulnérabilité ont été reportés sur les quatre types d'enjeux majeurs, l'objectif étant de les cartographier afin d'avoir une vision d'ensemble et de proposer aux gestionnaires des documents facilement intelligibles (cf. infra). Evidemment, le repérage des vulnérabilités a largement été conditionné par le contexte quiténien, certaines vulnérabilités étant d'ailleurs probablement spécifiques à Quito (par exemple, la juxtaposition des deux systèmes de feux tricolores). L'inverse étant vrai, c'est-à-dire certaines vulnérabilités présentes dans d'autres villes ne se retrouvent pas forcément à Quito (par exemple, les difficultés d'importation des pièces de rechange pour les automobiles à Cuba, ne se retrouvent pas en Equateur). Ceci dit, dans une perspective de reproductibilité de la méthode, nous avons essayé de considérer le plus large spectre possible de vulnérabilités.

2.3.2.2 – Les critères d'évaluation de la vulnérabilité des enjeux du transport à Quito

Les tableaux 15 et 16 suivants décrivent les critères retenus pour analyser les vulnérabilités du système de mobilité de Quito.

	FORMES DE VULNERABILITE							
	1 - INTRINSEQUE				2 - DEPENDANCE		3 - EXPOSITION AUX ALEAS ET SUSCEPTIBILITE D'ENDOMMAGEMENT	
	variables analysées (voirie)	étendues	variables analysées (transport)	étendues	variables analysées	étendues	aléas analysés	étendues
AXES	état du revêtement	0-2	sujet aux embouteillages quotidiens	0-4	électricité (feux tricolores + caténaire)	0-4	coulées boueuses	0-4
	fonctionnalité	0-4	degré de pollution lié aux gaz d'échappement du transport en commun	0-4	bitume (entretien)	0-2	inondations	0-4
	nombre de systèmes de feux tricolores	0-2	accidentalité	0-4	moyen de communication (radio)	0-4	instabilité des terrains (glissement, éboulement, affaissement)	0-4
	pente maximale	0-2	sujet aux perturbations épisodiques (défilés, manif, surcharge de trafic lors des feriados, entretien d'ouvrage)	0-2			séismes (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	0-4
	sinuosité	0-2	supportant un service de transport en commun fragile	0-2			chute de cendres volcaniques	0-2
	nombre de remblais	0-2	grand axe de transport de combustible?	0-2			lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves	0-4
	nombre de parties aériennes (viaduc, ponts)	0-2					explosions de produits dangereux	0-4
	nombre de parties souterraines (tunnel)	0-2						
PONTS	endommagements et usures apparentes de la structure			0-4	aucune dépendance	0-4	coulées boueuses	0-4
	matériel de construction			0-4			inondations	0-4
	construction para-sismique			0-4			instabilité des terrains (glissement, éboulement, affaissement)	0-4
	sols sous-jacents (sols inclinés ou zone de remblai)			0-2			séismes (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	0-4
							chute de cendres volcaniques	0-2
							lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves	0-4
							explosions de produits dangereux	0-4
TUNNELS	longueur			0-4	électricité (ventilateur et éclairage)	0-4	coulées boueuses	0-4
	état du revêtement			0-2			inondations	0-4
	faiblesse dans la construction			0-4			instabilité des terrains (glissement, éboulement, affaissement)	0-4
	éclairage (déficience)			0-2			séismes (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	0-4
	ventilation (déficience)			0-2			chute de cendres volcaniques	0-2
	nettoyage requis			0-2			lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves	0-4
							explosions de produits dangereux	0-4
CENTRES DE TRANSPORT	endommagements et usures apparentes de la structure			0-4	électricité	0-4	coulées boueuses	0-4
	inflammabilité			0-4	personnel	0-4	inondations	0-4
	construction para-sismique			0-4			instabilité des terrains (glissement, éboulement, affaissement)	0-4
	remblais sous-jacents			0-4			séismes (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	0-4
	autres			0-4			chute de cendres volcaniques	0-2
							lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves	0-4
							explosions de produits dangereux	0-4

Tableau 15 : Matrice synoptique des variables analysées pour évaluer les trois premières formes de vulnérabilité des enjeux majeurs du transport.

	FORMES DE VULNERABILITE (COMPENSATION)					
	4 - CAPACITE DE CONTRÔLE		5 - ALTERNATIVES		6 - PREPARATION AUX CRISES	
	variables analysées	étendues	variables analysées	étendues	variables analysées	étendues
AXES	personnel affecté pour la gestion du trafic et/ou du transport en commun	0-4	détour nécessaire pour relier les deux extremités d'un tronçon en ayant recours à un autre itinéraire	0-4	véhicules dédiés	0-4
	moyen de communication	0-4	aptitude à la circulation sur les itinéraires de délestage	0-2	zone d'intervention rapide des pompiers	0-4
	télécontrôle de la signalisation	0-4	adaptabilité des services de transport	0-4	proximité du SIAT	0-4
	contrôle par caméra	0-2	alternative énergétique	0-4	les modes de transport en commun ont-ils une autonomie énergétique supérieure à 72 h?	0-4
	concession viaire	0-2			plan de délestage balisé en cas de fermeture d'un axe	0-2
	accessibilité	0-4			plan prévu de nettoyage des chaussées en cas d'éruption du volcan Pichincha (octobre 1999)	0-2
					surveillance renforcée par des agents du CCO lors de la crise du Pichincha (octobre 1999)	0-2
					nettoyage des chaussées suite à l'éruption du volcan Reventador (novembre 2002)	0-2
PONTS	personnel affecté pour la gestion du trafic et/ou du transport en commun	0-4	degré de complication de la circulation sur l'axe enjeu majeur en cas d'effondrement de la section aérienne de l'ouvrage	0-4	véhicules dédiés	0-4
	contrôle par caméra	0-4			zone d'intervention rapide des pompiers	0-4
	accessibilité	0-4			existence de plan de gestion des crises face à tout type de phénomènes	0-4
					équipe d'intervention spéciale	0-4
					plan prévu de nettoyage des chaussées en cas d'éruption du volcan Pichincha (octobre 1999)	0-2
					surveillance renforcée par des agents du CCO pendant la crise du Pichincha (octobre 1999)	0-2
TUNNELS	présence de policiers aux entrées des tunnels	0-4	degré de complication de la circulation sur l'axe enjeu majeur en cas de fermeture des tunnels	0-4	véhicules dédiés	0-4
	contrôle par caméra	0-2			zone d'intervention rapide des pompiers	0-4
	présence de bornes incendie à l'intérieur des tunnels	0-4			proximité du SIAT	0-4
	communication entre les tubes	0-4			existence de plan	0-4
	voie réservée aux secours	0-4			équipe d'intervention spéciale	0-4
	accessibilité	0-4			organisation de simulation	0-2
					surveillance renforcée par des agents du CCO lors de la crise du Pichincha (octobre 1999)	0-2
CENTRES DE TRANSPORT	degré de présence de personnel sur place	0-4	transferabilité ?	0-4	capacité propre d'éteindre le feux	0-4
	contrôle par caméra	0-2	alternative énergétique	0-4	zone d'intervention rapide des pompiers	0-4
	haut-parleurs	0-2			existence de plan	0-4
	accessibilité	0-4			préparation du personnel	0-4
					organisation de simulations	0-4
					communications avec l'extérieur	0-4

Tableau 16 : Matrice synoptique des variables analysées pour évaluer les trois dernières formes de vulnérabilité des enjeux majeurs du transport.

Si de nombreuses variables ont pu être complétées directement à partir de l'information primaire (informations brutes récupérées, données constituées, entretiens auprès des gestionnaires), l'usage du SIG s'est avéré nécessaire pour en renseigner de nombreuses autres.

2.3.3 – Le recours au SIG pour analyser certaines vulnérabilités

L'avantage de travailler avec un SIG est qu'il permet par le biais de certains traitements recourant à la dimension spatiale des phénomènes, de compléter l'étude de vulnérabilité. Dans notre étude, nous avons utilisé une série de requêtes topologiques qui ont servi pour :

- mesurer les caractéristiques des objets (pente, longueur, sinuosité)
- mesurer les distances (éloignement par rapport aux zones d'intervention des pompiers, évaluation des détours nécessaires en cas de défaillance d'un élément …)
- déterminer l'accessibilité des enjeux au regard du réseau viaire
- recouper la localisation des enjeux avec des phénomènes spatialisés (embouteillages, itinéraires de circulation des produits dangereux, zone de feux tricolores, remblai, exposition aux aléas…).

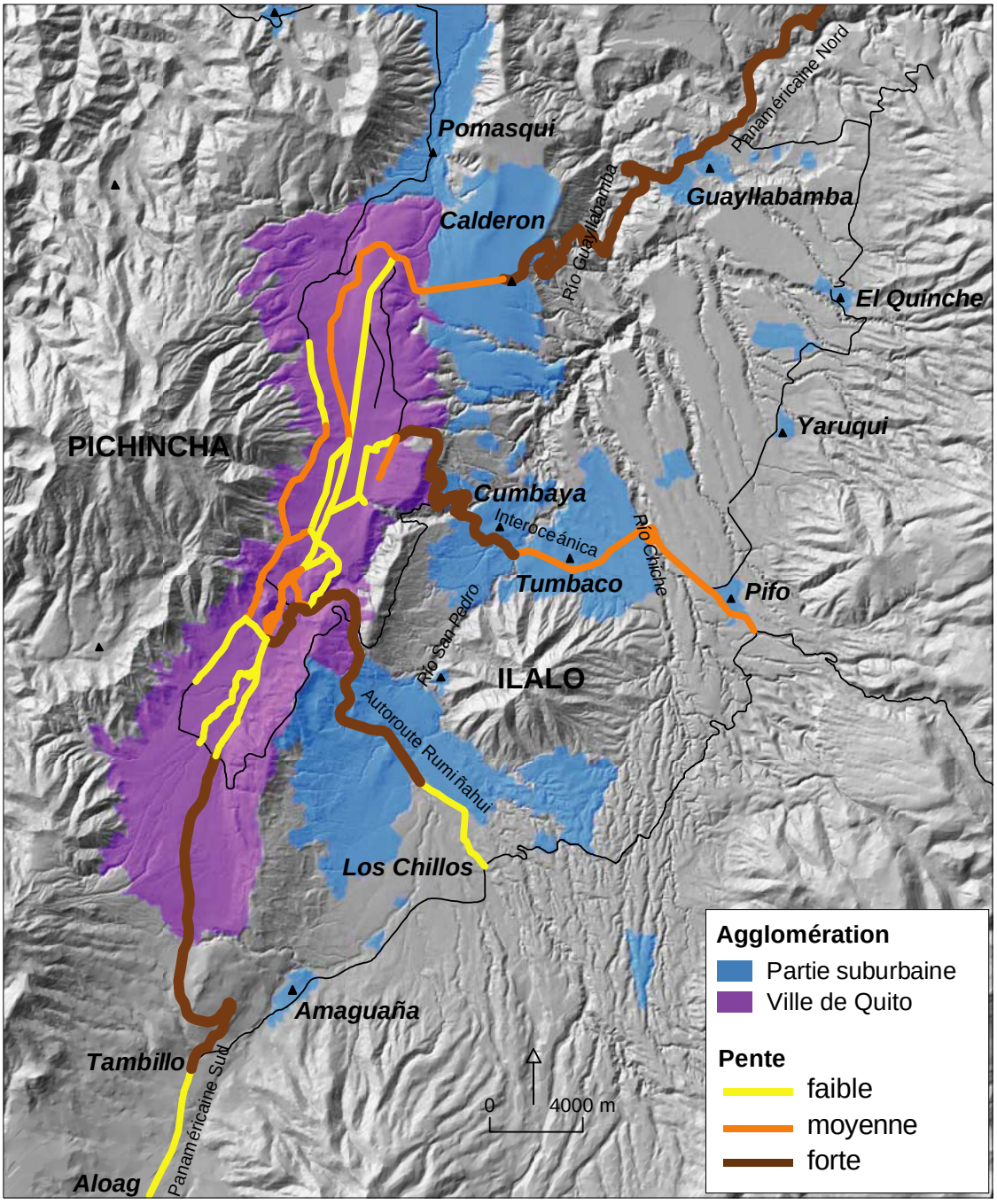
Nous présentons ci-après quelques exemples d'analyses opérées dans le SIG « Savane ».

2.3.3.1 – Le calcul des pentes des tronçons routiers

La pente des tronçons routiers est un facteur pertinent dans une analyse de vulnérabilité de la mobilité car elle influence leur dangerosité en temps normal. Plus la pente est forte, plus les véhicules ont tendance à rouler à vive allure et plus les accidents sont nombreux surtout si la route est sinueuse. La pente peut être aussi un facteur limitant, par exemple pour l'accès de certains véhicules (pompiers, ambulance) à certains secteurs très pentus. A Quito, compte tenu des dénivelés et de la topographie accidentée, il n'est pas rare d'avoir des tronçons dont la pente excède 10 %.

Le SIG « Savane » propose l'option de supputer la pente moyenne de n'importe quel objet linéaire ou aréolaire intégré dans la base à partir d'un MNT (Modèle Numérique de Terrain). Dans le District, la précision du MNT a été calculé à partir de courbes de niveau tracées tous les 5 m sur un fond au 1 / 5 000 au niveau de l'agglomération et à partir de courbes de niveau tracées tous les 20 m sur un fond au 1 / 50 000 dans les paroisses rurales[166]. On considère que la pente d'un tronçon est forte lorsque plus d'un quart de sa longueur excède une pente de 10 %. On considère que la pente d'un tronçon est moyenne lorsque plus d'un quart de sa longueur a une pente comprise entre 5 et 10 %. On considère que la pente d'un tronçon est faible lorsque aucune section ne dépasse une pente de 5 % (carte 38).

[166] La digitalisation des courbes de niveau a été effectuée par l'Institut Géographique Militaire de l'Equateur en partenariat avec la Municipalité de Quito

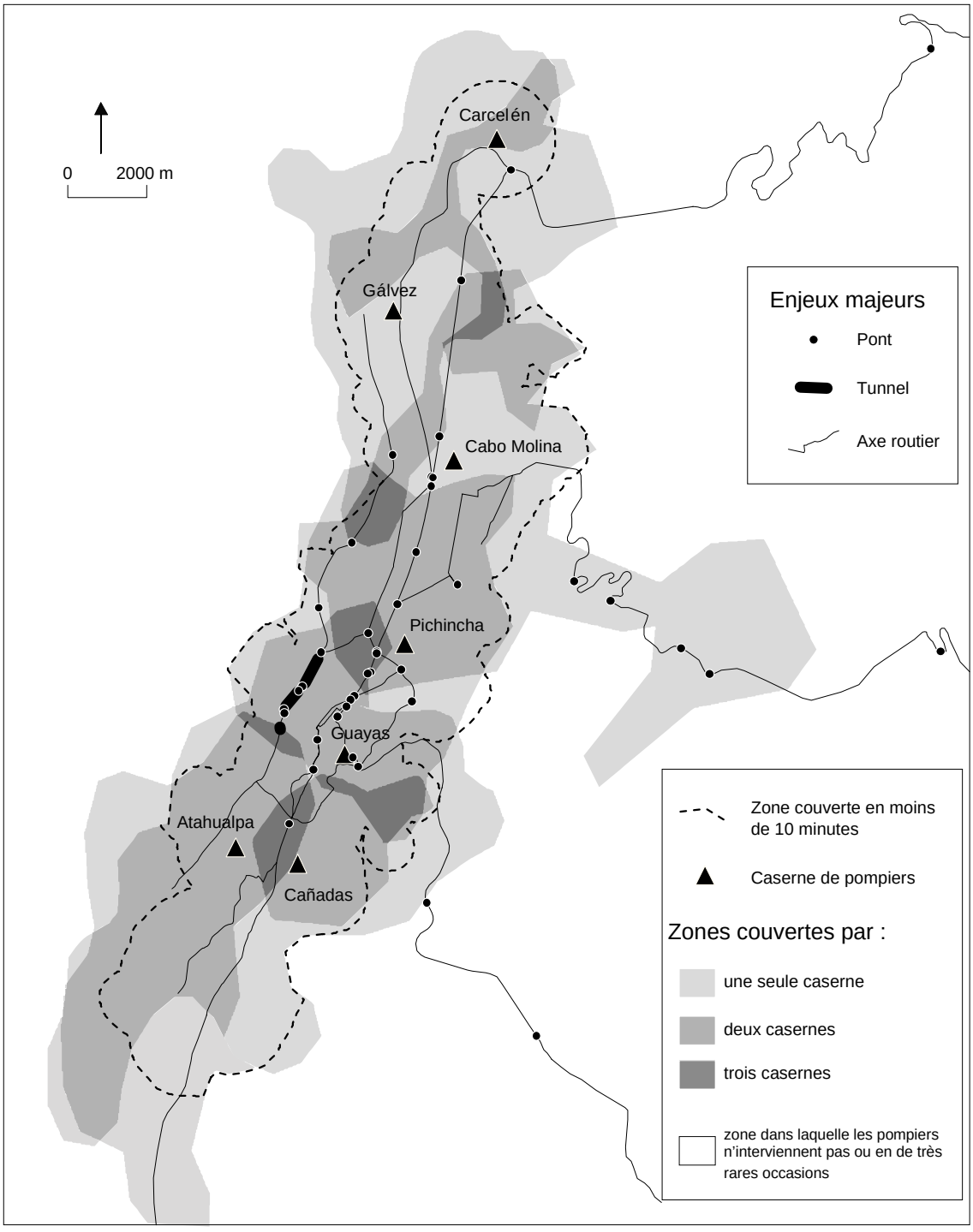


Carte 38 : Carte des pentes des axes enjeux majeurs par tronçon
(MNT d'après IGM).

Si un SIG permet de mesurer les pentes des axes enjeux majeurs, il permet aussi de calculer des distances.

2.3.3.2 – L'éloignement des enjeux par rapport à la localisation des forces de secours

Parmi les compensations de la vulnérabilité, nous nous sommes intéressés à l'éloignement des différents enjeux par rapport aux capacités d'intervention d'urgence. Nous avons retenu la couverture des interventions des pompiers. Les pompiers à Quito dépendent de la mairie et interviennent principalement en cas d'incendie (de bâtiments ou liés à des accidents de la route) et d'inondation (des sous-sols et des passages routiers surbaissés). Le fait que les pompiers soient présents ou plus rapidement présents en certains endroits plutôt qu'en d'autres est aussi un avantage pour ces lieux. De plus, ce type de situation n'est pas le fruit du hasard. Le fait qu'il y ait des pompiers en certains lieux est bien quelque chose de pensé pour essayer de couvrir des secteurs qui aux yeux des gestionnaires municipaux valent plus la peine que d'autres (secteurs enjeux). Ceci dit, les pompiers ne sont pas les seuls à intervenir en cas d'accident de la route (SIAT - DNT - 911), mais nous n'avons pu recueillir d'informations auprès de ces derniers organismes. Notre analyse se restreint donc uniquement aux interventions des pompiers que nous avons cartographiées à partir du registre des 498 sorties effectuées en situation d'urgence sur 4 mois (de septembre à décembre 2000) à partir des sept casernes situées en ville. Nous avons tout d'abord pu déterminer des zones d'intervention préférentielle par caserne, c'est-à-dire des secteurs urbains dans lesquels une caserne donnée assure au moins 80 % des missions. Chaque intervention est chronométrée, le registre reporte la durée qu'ont mis les équipes de secours pour gagner le lieu sinistré depuis chacune des casernes. Nous avons déterminé des zones isochrones d'intervention à partir des sept casernes puis nous les avons fusionnées pour obtenir la couverture moyenne des sapeurs-pompiers dans la ville (carte 39). Nous avons établi des classes de durées (intervention en moins de 5 minutes en moyenne, intervention en moins de 10 minutes en moyenne…). Nous avons retenu le seuil de 10 minutes, au-delà duquel l'efficacité de l'action des pompiers n'est plus du tout garantie (par exemple en cas d'accident de la route ou d'incendie).



Carte 39 : Zones d'intervention des sapeurs-pompiers municipaux – Ville de Quito – 2000
(Source : CBQ-MDMQ).

Dans la ville, nous avons regardé, cas par cas, si les enjeux sont intégrés dans la zone d'intervention rapide des pompiers (moins de 10 minutes). Dans les parties suburbaines, nous avons mesuré l'éloignement des enjeux par rapport aux casernes de *Checa* et de *Sangolquí*. Les zones d'intervention de ces deux casernes ne figurent pas sur la carte, car la caserne de *Checa* a été inaugurée en 2002, après que nous ayons réalisé l'étude. En ce qui concerne la caserne de *Sangolquí*, elle est située en dehors du district de Quito et est rattachée au canton *Rumiñahui* auprès duquel nous n'avons pas pu récupérer d'information. Si la ville de Quito est globalement bien couverte par les pompiers, il n'en est pas donc de même en ce qui concerne les parties suburbaines nord et nord-est (*Calderón, Guayllabamba, Pomasqui*).

Un SIG permet de mesurer des pentes, des distances et aussi d'établir des recouvrements spatiaux entre phénomènes. En particulier, il permet de mesurer l'exposition des enjeux aux aléas d'origine naturelle et anthropique.

2.3.3.3 – Les aléas : une multitude de phénomènes en présence

Le District de Quito est concerné par toute une série d'aléas, certains ayant une extension nationale voir supranationale, d'autres essentiellement locale. D'une manière générale, l'Equateur est fortement exposé aux aléas d'origine naturelle compte tenu de ses caractéristiques physiques et géographiques :

- des précipitations abondantes et/ou avec une intensité élevée,
- une succession de saisons sèches et pluvieuses,
- des dénivelées importantes (plus de 5000 mètres dans certains cas sur de courtes distances),
- des versants abrupts et étendus,
- des formations géologiques sensibles à l'érosion,
- une situation équatoriale en bordure de l'Océan Pacifique (axe de l'ENOA[167]),
- de vastes plaines fluviales côtières à faible pente (bassin du Guayas),
- zone de subduction de la plaque Nazca avec la plaque Sud-américaine (une des plus actives au monde), etc…

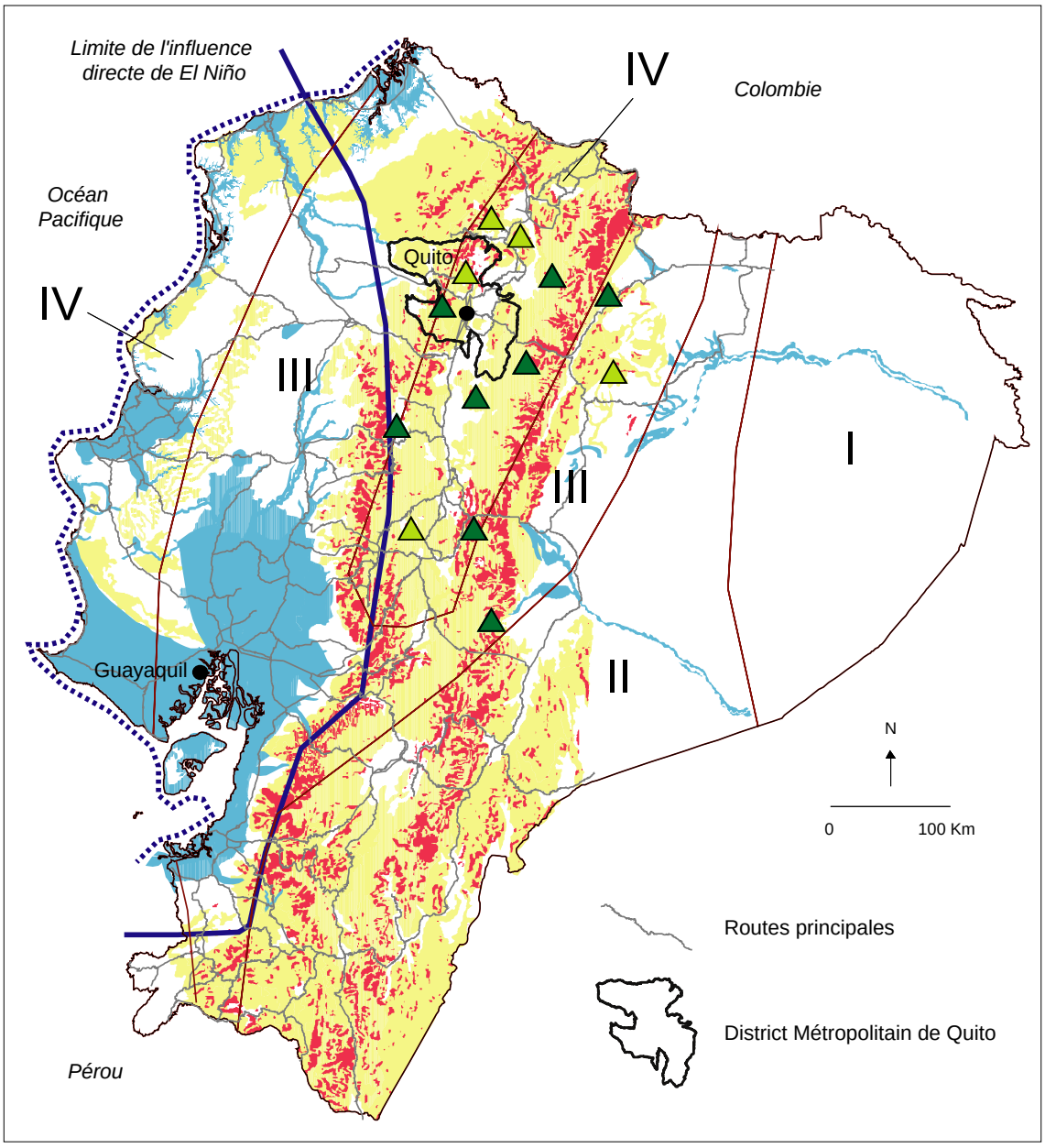
L'Equateur un pays fortement exposé aux aléas

Une synthèse de l'exposition des différents espaces équatoriens aux aléas naturels et d'origine naturelle a été établie à la demande d'ONG's afin de cibler leurs interventions sur le terrain[168]. La carte 40 montre que la majeure partie du territoire équatorien est confrontée à de multiples phénomènes physiques générateurs de dommages[169]. La carte 41 met plus spécifiquement en avant la forte exposition de la Sierra Centrale et de la Sierra Nord aux aléas volcaniques. La carte 42 présente les intensités associées aux séismes survenus en Equateur depuis le XVIe s.

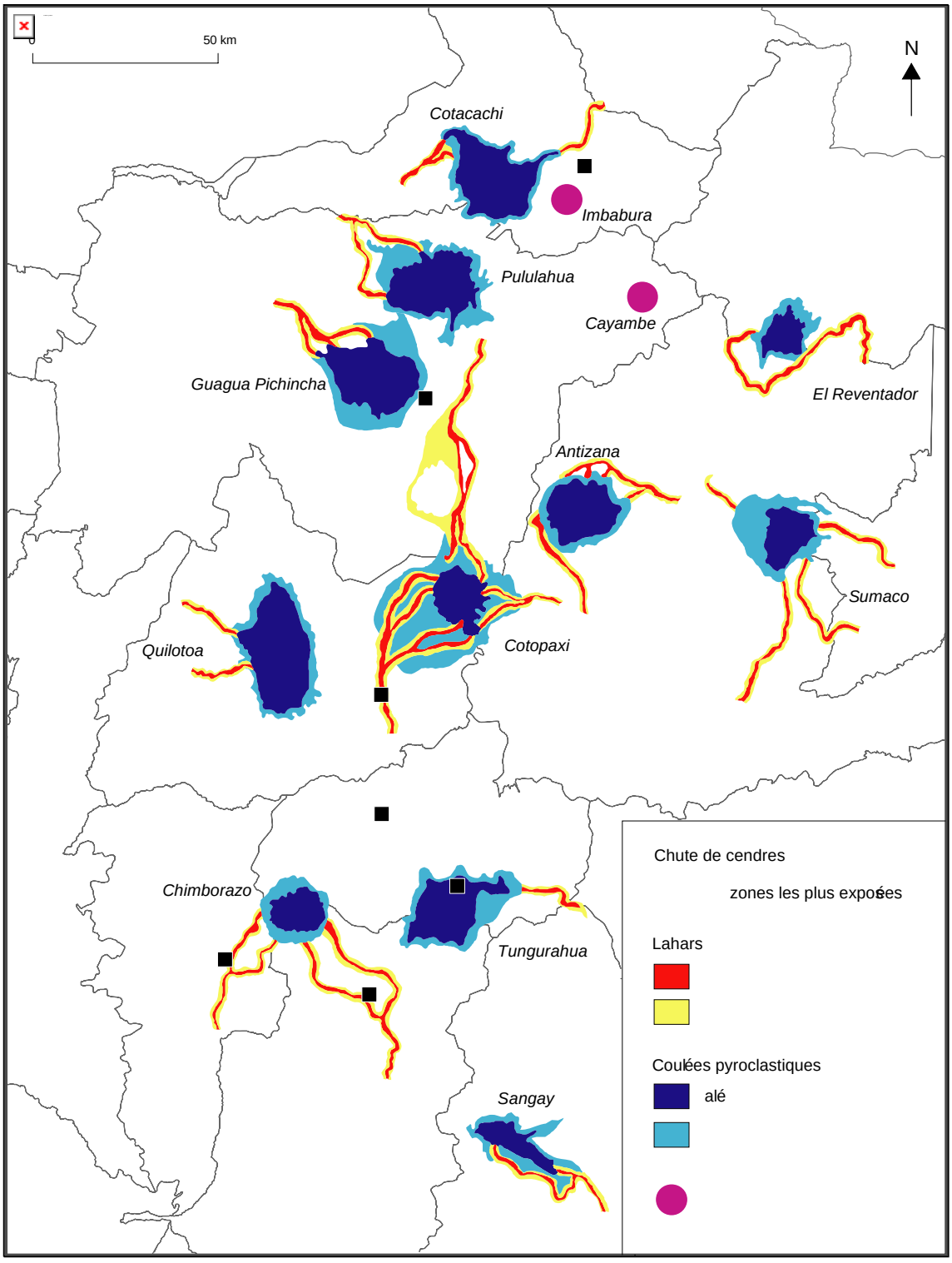
[167] El Niño Oscillation Australe

[168] Voir D'ERCOLE R., TRUJILLO M., 2003 et D'ERCOLE R., DEMORAES F., 2003. Cette expertise repose sur des données émanant d'un grand nombre d'organismes (DINAREN-MAG, INFOPLAN, INAMHI, IGM, IG/EPN, IRD, CEC 2000, MOP)

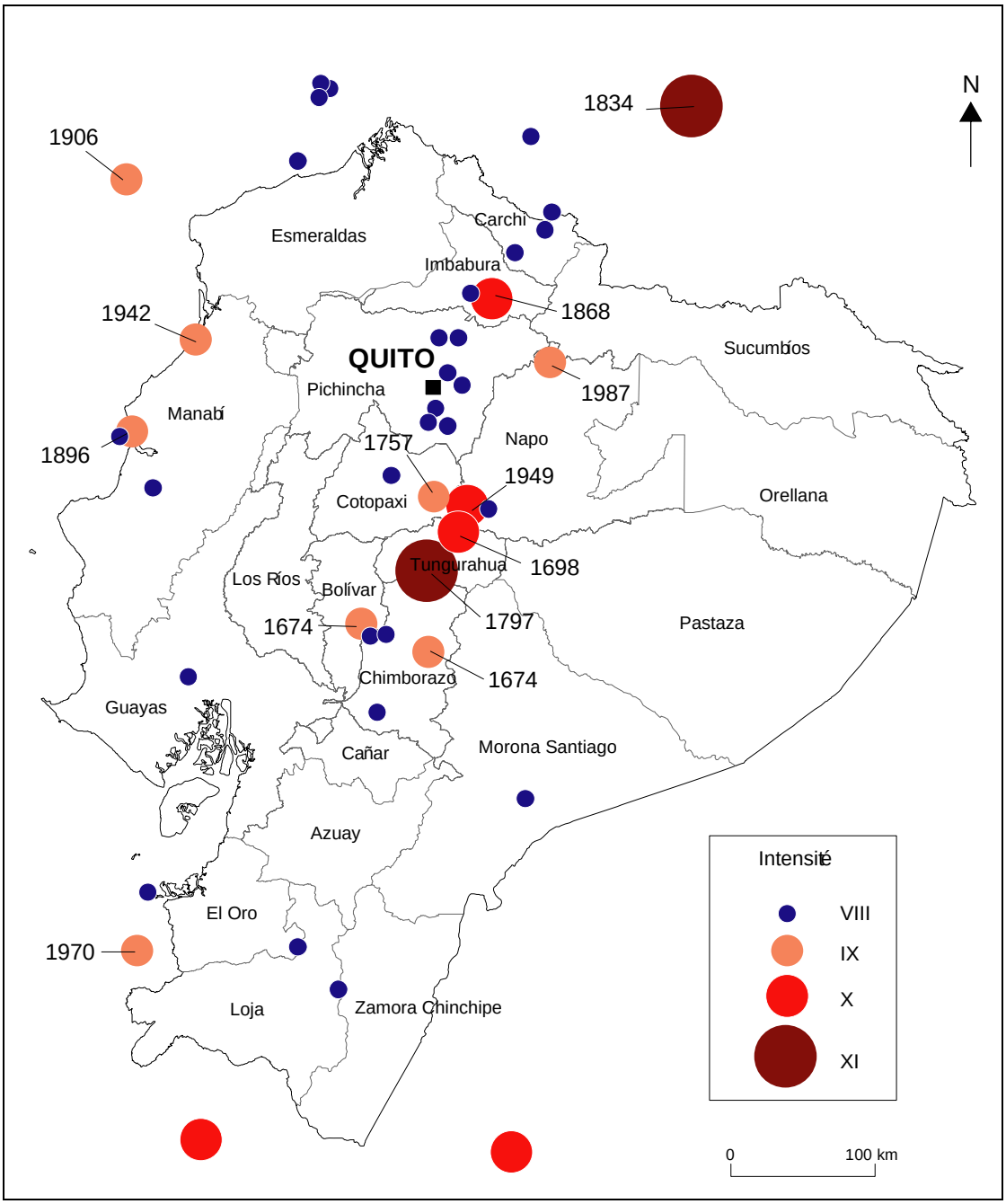
[169] Cette carte représente de manière schématique (compte tenu de l'échelle retenue) les menaces potentielles. Son élaboration se base en partie sur les évènements passés (notamment pour les inondations).



Carte 40 : Exposition de l'Equateur continental aux aléas d'origine naturelle
(Elaboration : F. Demoraes et R. D'Ercole - Sources multiples, voir supra).



Carte 41 : Aléa volcanique dans la sierra et le sub-andin équatoriens
(Source : INFOPLAN d'après IG-EPN).



Carte 42 : Tremblements de terre ayant entraîné des intensités supérieures à VIII sur l'échelle MSK en Equateur (1541-1998) [170]
(Source : IG-EPN).

[170] Pour plus de détails, voir l'échelle de Mercalli en annexe N° 16.

L'Equateur fait partie de la vaste ceinture de feu du Pacifique le long de laquelle est libérée 85 % de l'énergie sismique du globe (YEPEZ F., 2002). L'aléa sismique y est donc particulièrement élevé[171] et les séismes ayant eu une intensité supérieure à VIII se comptent par dizaine (carte 42). La carte 40 fait ressortir qu'une grande partie du territoire national est associée à des indices d'aléa sismique III et IV sur une échelle allant jusqu'à V correspondant au plus fort degré. Les zones les plus sismiques sont le Nord et le Centre de la Sierra et la frange littorale (degré IV). La plupart des édifices volcaniques actifs ou potentiellement actifs (13 au total)[172] se concentrent dans la Sierra Nord, Sierra Centrale et dans le sub-andin oriental. La carte 41 montre que 11 volcans actifs ou potentiellement actifs sont situés à moins de deux cents kilomètres de Quito. Dans le domaine des aléas hydrométéorologiques et hydromorphologiques, (carte 40) la région côtière est fréquemment inondée et sujette aux mouvements en masse surtout en période ENOA. Toutefois, les épisodes ENOA présentent des caractéristiques extrêmement hétérogènes d'un évènement à l'autre, les secteurs affectés ne sont donc pas toujours les mêmes[173]. En Amazonie, les cours d'eau débordent régulièrement et de fréquents glissements de terrain surviennent dans le piedmont. Enfin, la Sierra, de son côté, est surtout exposée aux mouvements en masse compte tenu des fortes dénivelées et des fortes pentes. Ceci dit, s'il est certain que les conditions physiques originelles de l'Equateur permettent d'expliquer sa forte propension aux aléas, certaines pratiques humaines (surpâturage, déboisement..), tout comme certains aménagements (constructions de routes), contribuent à accroître la probabilité de déclenchement des inondations et des mouvements en masse. Ces trois cartes font également ressortir que le DMQ est particulièrement exposé.

Le District Métropolitain de Quito face aux aléas : une agglomération fortement exposée

Le district de Quito est exposé à tous les types d'aléas d'origine naturelle observés à l'échelle nationale, inondations fluviales exceptées. Dans le passé, la région de Quito a fréquemment été affectée par des processus physiques d'endommagement majeurs aux effets qui ont été parfois dévastateurs (éruption du *Cotopaxi* en 1877, par exemple). Le tableau 17 reprend les principaux phénomènes géophysiques survenus au cours des deux derniers siècles dans le DMQ ou dans les cantons et régions voisines. Pour les phénomènes anciens, il est difficile de mesurer l'impact spécifique sur la mobilité. Les témoignages de dommages retranscrits par les lettrés de l'époque font surtout état des dégâts occasionnés sur les bâtiments et ne mentionnent que très rarement les problèmes de communications. Ceci s'explique vraisemblablement par le fait que la population était autrefois dans sa grande majorité beaucoup moins mobile qu'aujourd'hui. De plus, l'appareil circulatoire national était moins étendu et comportait beaucoup moins d'infrastructures qu'à l'heure actuelle.

[171] Les deux sources majeures de la sismicité en Equateur sont respectivement la subduction superficielle pour la région côtière et le système transpressif des Hautes Andes pour la région andine, d'après EGO F., et al., 1996.
[172] il s'agit des volcans : *Reventador, Cayambe, Guagua Pichincha, Antizana, Cotopaxi, Quilotoa, Tungurahua, Sangay* (en activité ou ayant eu une activité historique), et *Imbabura, Cotacachi, Sumaco, Chimborazo* (potentiellement actifs), d'après l'IG/EPN.
[173] Voir notamment DEMORAES F., 1999.

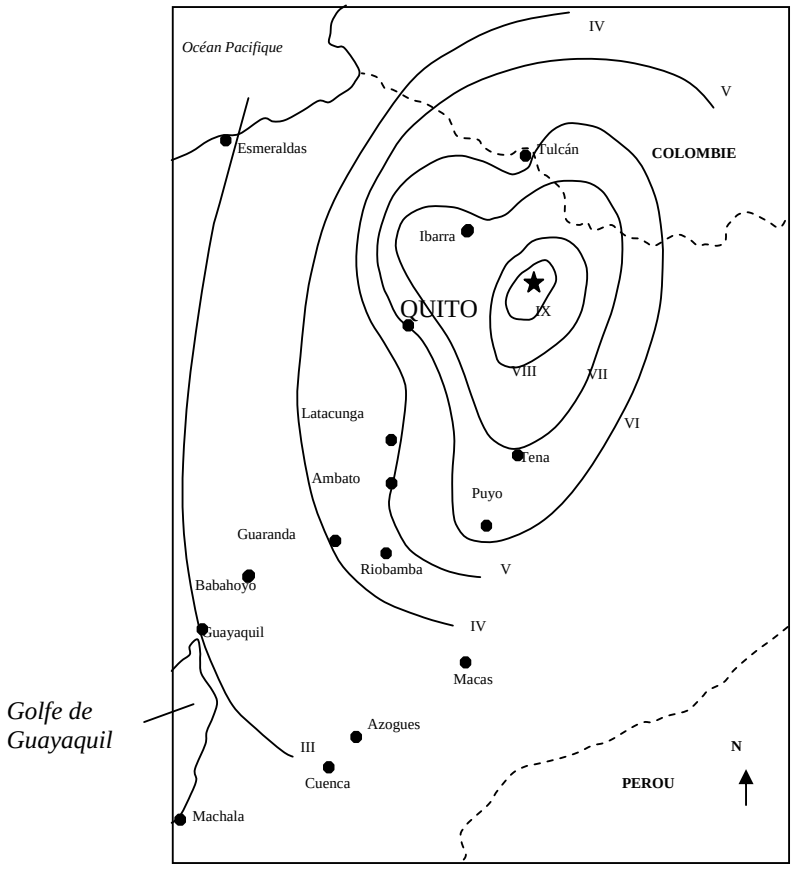
ANNEE	TYPE DE PHENOMENE	PRINCIPAUX LIEUX AFFECTES	PRINCIPALES REPERCUSSIONS SUR LES COMMUNAUTES ET ETABLISSEMENTS HUMAINS
1859	tremblement de terre (intensité VIII)	Quito - Vallée de Los Chillos	graves dégâts matériels dans les habitations et dans le Palais présidentiel, villages et haciendas ravagés dans la vallée de Los Chillos, environ 100 victimes
1868	tremblement de terre (intensité X)	Otavalo - Atuntaqui - Ibarra	destruction totale des villages entre Otavalo et Urcuqui - détériorations importantes du bâti (églises, maisons) à Ibarra, dégâts légers à Quito, plusieurs milliers de morts
1877	éruption volcanique du Cotopaxi	Vallée Interandine Quito - Latacunga	les lahars ont emporté de très nombreuses maisons, hacienda, fabriques, ponts et ont causé la mort d'environ 1000 personnes
1914	tremblement de terre (intensité VIII)	Pichincha	des destructions de maisons ont été reportées
1987	tremblement de terre (intensité IX)	Oriente - Pichincha - Imbabura	3 500 morts, réduction de 60% des revenus issus des exportations de pétrole suite à la rupture de l'oléoduc trans-équatorien, fermeture de routes à cause de glissements de terrain, isolement de certains villages
1999	éruption volcanique du Guagua Pichincha	Quito - Lloa	2 000 personnes déplacées (Lloa), pertes de bétail, perturbation des flux aériens, interruption du trolley, perturbation du fonctionnement de Quito (activité scolaire, transport..)
2002	éruption volcanique du Reventador	Napo - Cayambe - Quito	pertes agricoles, perturbation du trafic aérien et automobile, interruption du trolley, coupure d'électricité dans le DMQ et du service d'eau potable dans certains quartiers, effondrement de toiture

Tableau 17 : Principaux tremblements de terre et éruptions volcaniques ayant affecté Quito au cours des 150 dernières années[174].

Au cours des cent cinquante dernières années, l'espace métropolitain et ses périphéries immédiates ont été touchés par quatre grands tremblements de terre d'une intensité supérieure ou égale à VIII[175] et par trois éruptions volcaniques majeures. Comme lors de la dernière éruption volcanique ayant affecté Quito en 2002, lors du dernier grand séisme de 1987, la source du processus physique d'endommagement se trouvait en dehors des limites du système territorial métropolitain. En effet, l'épicentre du séisme d'une magnitude de 6,9 sur l'échelle de Richter (survenu le cinq mars 1987 à 23:10, heure locale), a été localisé à environ soixante-quinze kilomètres à l'est de Quito dans la Province de *Napo*, région amazonienne peu peuplée. Il n'empêche que les répercussions socio-économiques et les perturbations de la mobilité ont été extrêmement importantes aussi bien pour le district de Quito que pour le pays tout entier. Le séisme a entre autre causé la rupture de l'oléoduc (photo 36) acheminant le pétrole depuis le bassin amazonien vers la côte privant ainsi l'Equateur d'environ des deux tiers de son PIB. Ce séisme a été ressenti sur une superficie d'environ 93 000 km² (carte 43). A Quito, l'intensité mesurée a été de VI sur l'échelle de Mercalli modifiée. Les dégâts au bâti ont été conséquents et les déplacements de personnes ont été entravés compte tenu des multiples déversements de terre corollaires à la secousse survenus sur certains axes enjeux majeurs. C'est ainsi que le trafic a été interrompu sur la route en direction de l'Amazonie entre *Baeza* et *Lago Agrio*, sur la Panaméricaine Nord entre Quito et *Cayambe*, et sur l'axe entre Quito et *Tumbaco* pendant vingt-quatre heures. Dans le dernier cas, le glissement de talus est survenu une semaine après le séisme (décalage dans le temps des effets induits par un évènement sismique).

[174] Sources : KOLBERG et al., 2000, D'ERCOLE, 1996c, EGO et al., 1996, l'Institut de Géophysique (EPN) et CRED (Université de Louvain)

[175] D'autres séismes secondaires d'une intensité supérieure ou égale à VIII ont également été enregistrés à proximité de Quito au cours des 150 dernières années, mais leur impact a été essentiellement local (*Machachi*, 1923, VIII, Quito, 1929, VIII, *El Tingo*, 1938, IX)



Carte 43 : Courbes isoséistes représentant la distribution des intensités lors du tremblement de terre du 5 mars 1987 en Equateur *(d'après Hall M., 2000).*



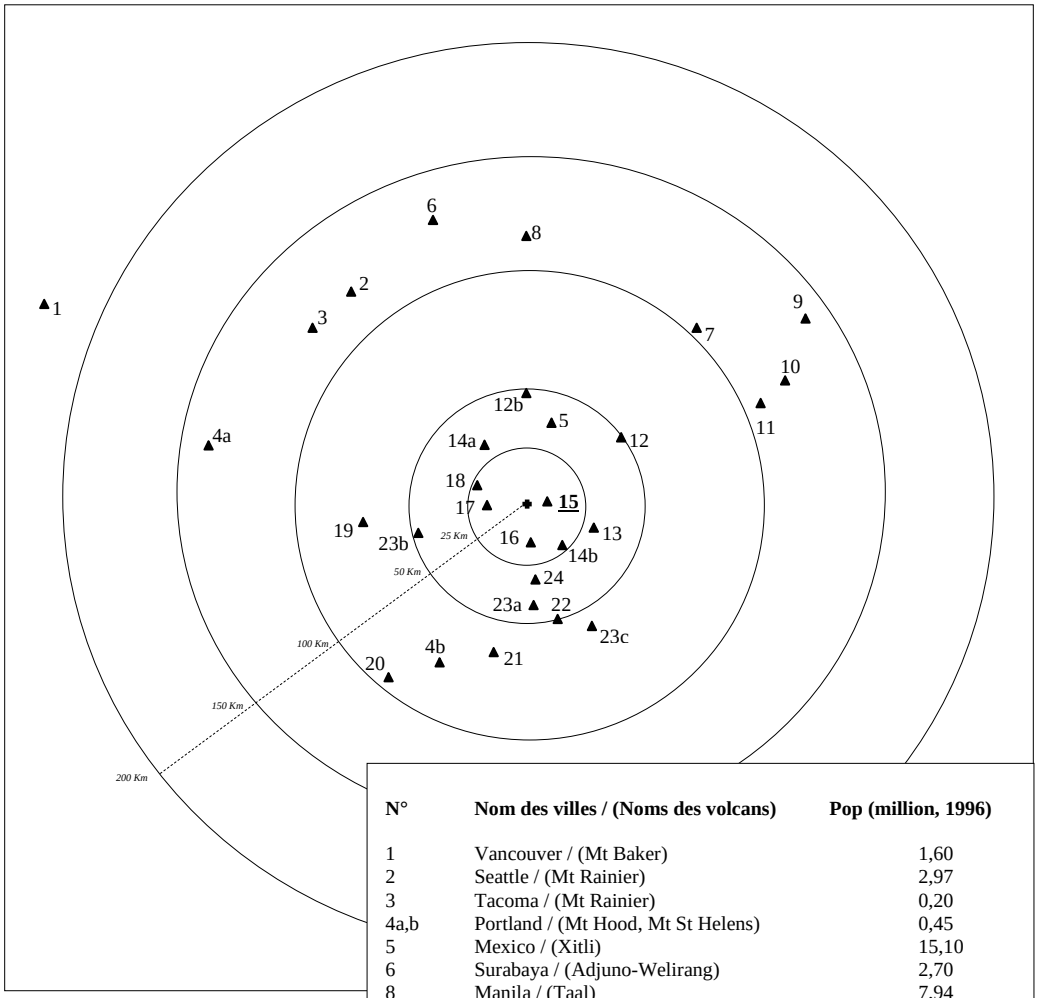
Photo 36 : Rupture de l'oléoduc et de la route entre *Baeza* et *Lago Agrio*. La rupture s'est produite à cause d'un glissement de terrains activé par le tremblement de terre du 5 mars 1987 ***(Hall M., 2000).***

Quito fait également partie des grandes métropoles au monde qui se situent parmi les plus proches d'un volcan actif. Le centre historique de Quito se trouve à environ douze kilomètres à l'est de la caldeira du volcan *Guagua Pichincha* (voir photos 43 et 44). Comme l'indique la figure 11, elle fait partie des cinq métropoles de plus de 500 000 habitants qui se situent dans un rayon de moins de vingt-cinq kilomètres d'un édifice volcanique actif (comme *Managua, Arequipa, Kagoshima,* Naples). Ceci dit, si l'éloignement par rapport à un volcan est un critère pour mesurer l'exposition d'une ville à ce type d'aléa, de nombreux autres facteurs interviennent. Comme le souligne J.-C. THOURET (2002), « les phénomènes éruptifs sont surtout dangereux sur les volcans calco-alcalins explosifs et beaucoup moins violents sur les appareils basaltiques et effusifs ». Le *Guagua Pichincha* fait partie de la famille des volcans explosifs et a enregistré quatre éruptions pliniennes durant les deux mille dernières années. La topographie du volcan peut influencer aussi l'exposition des populations. La caldeira du *Guagua Pichincha* est égueulée en direction de l'ouest, les coulées de laves s'épandent donc en direction de la côte. D'autre part, à Quito, même si le cratère est très proche de la ville, le massif du *Rucu Pichincha* fait office de barrière orographique entre le *Guagua* et l'agglomération, « protégeant » une grande partie des habitants de la capitale. Enfin, l'exposition d'une ville à un volcan est également conditionnée par des facteurs éoliens qui peuvent intervenir comme cela a été le cas lors de l'éruption du volcan *Reventador*. Bien qu'étant situé à plus de quatre-vingt-dix kilomètres à l'est de la ville, le *Reventador* a déposé davantage de cendres que le *Guagua Pichincha* compte tenu des conditions aérologiques du moment (forts vents d'altitude soufflant vers l'ouest).

Au cours des deux derniers siècles, l'évènement volcanique qui a sans doute occasionné le plus de destructions au réseau routier dans le district est l'éruption du *Cotopaxi* de 1877. Ce volcan, également de type explosif, est recouvert d'une épaisse calotte glaciaire (voir photos 37, 38, 39 et 40)[176]. En 1877, d'abondants lahars avaient emprunté les Ríos *Pita* et *San Pedro* dans les vallées orientales du district emportant ponts, moulins, fabriques et de nombreuses haciendas. Les communications depuis Quito vers l'est ont très certainement été interrompues pendant plusieurs semaines. Actuellement, ce volcan inquiète particulièrement les pouvoirs publics étant donné la recrudescence de son activité micro-sismique. Si en 1877 les vallées orientales n'étaient guère peuplées, elles sont aujourd'hui fortement urbanisées. A partir de la localisation des compteurs électriques, nous avons pu recenser plusieurs milliers de logements situés dans la zone de plus forte exposition. De leur côté, les deux dernières éruptions volcaniques (celle du *Guagua Pichincha* en 1999 et celle du *Reventador* en 2002, voir photos 41 et 42) n'ont pas produit de lahars dans le district. En revanche, les retombées de cendres ont été assez lourdes de conséquences. D'après l'Institut de Géophysique, une quantité de matériel volcanique trois à quatre fois plus importante qu'en 1999 est retombée sur Quito en 2002. Les dépôts n'ont cependant pas dépassé quelques millimètres d'épaisseur dans le premier cas, et quelques centimètres, dans le second. Ils ont néanmoins entraîné de nombreuses perturbations en particulier en ce qui concerne les transports urbains (suspension du service de bus urbain (photo 46) pendant vingt-quatre heures et suspension des services intégrés de la *Ecovía* et du trolley pendant soixante-douze heures). C'est surtout l'accessibilité aérienne du district qui a été la plus profondément affectée avec la fermeture de l'aéroport de Quito pendant dix jours et sept jours respectivement[177], la cendre étant très abrasive et dommageable pour les réacteurs des avions et les conditions de visibilité étant très réduites (photos 45). Il s'en est suivi une forte sollicitation des infrastructures et des réseaux de transports terrestres interprovinciaux, plusieurs milliers de personnes ayant dû être acheminées en bus vers les aéroports de *Guayaquil* et *Latacunga*. La perte d'accessibilité du

[176] Une équipe de chercheurs de l'IRD (avec B. FRANCOU) est d'ailleurs en train de l'évaluer par relevés radar
[177] Voir notamment D'ERCOLE R., METZGER P., 2000 et ESTACIO J., D'ERCOLE R., 2003

district a même abouti au transfert provisoire de certaines fonctions relevant de sa capitalité vers *Guayaquil*[178]. Les chutes de cendres ont aussi conduit à la fermeture de certains axes par mesure de sécurité. Les forces militaires ont fermé la route à *Lloa* en 1999 et la route à *Baeza* en 2002.



N°	Nom des villes / (Noms des volcans)	Pop (million, 1996)
1	Vancouver / (Mt Baker)	1,60
2	Seattle / (Mt Rainier)	2,97
3	Tacoma / (Mt Rainier)	0,20
4a,b	Portland / (Mt Hood, Mt St Helens)	0,45
5	Mexico / (Xitli)	15,10
6	Surabaya / (Adjuno-Welirang)	2,70
8	Manila / (Taal)	7,94
9	Tokyo / (Hakone)	25,00
10	Kawasaki / (Hakone)	1,20
11	Yokohama / (Hakone)	3,20
12	Guatemala / (volcan de Agus)	1,20
13	San Salvador / (volcan San Salvador)	1,52
14a,b	Managua / (Moraya Nindiri, Apoyeque)	0,99
15	**Quito / (Guagua Pichincha)**	**1,40**
16	Arequipa / (Misti)	0,75
17	Kagoshima / (Sakura-jima)	0,54
18	Naples / (Vésuve)	2,00
19	Nagasaki / (Uryen)	0,45
20	Shiiucka / (Mont Fuji)	0,47
21	Yogyakarta / (Merapi)	0,42
22	Catania / (Etna)	0,51
23a,b,c	San José	0,33
24	Bandung / (Tangkuban Parahu)	2,40

Figure 11 : Localisation des grandes villes dans le monde par rapport aux volcans actifs les plus proches *(in Thouret J.-C., 2002, d'après Chester, 2001).*

[178] Déplacement de certaines commissions parlementaires, de magistrats de la Cour Suprême de Justice et de quelques services de la Banque Centrale.



Photo 37 : Volcan *Cotopaxi* (5 980m) depuis Quito
(Cliché : F. Demoraes – mars 2000).



Photo 38 : Volcan *Cotopaxi* depuis *Latacunga*
(Cliché : F. Demoraes – juin 2002).



Photo 39 : Cratère du volcan *Cotopaxi*
(Cliché : F. Demoraes – décembre 2001).

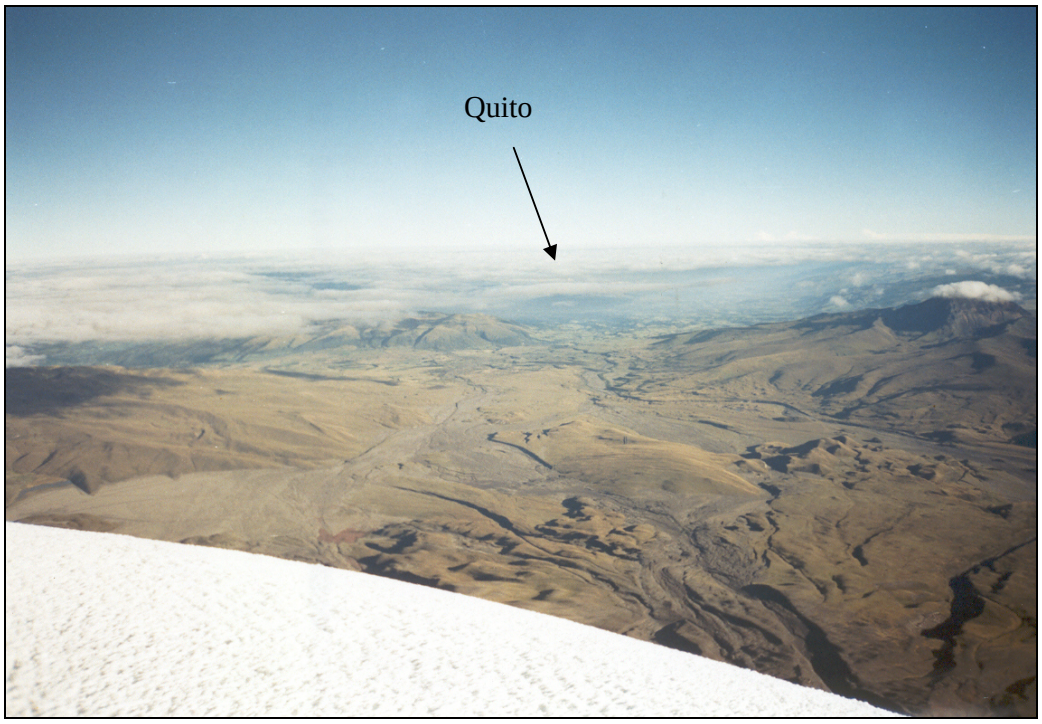


Photo 40 : Zone d'épandage des lahars du volcan *Cotopaxi*
Photo prise depuis le glacier en direction du nord-ouest – ***(Cliché : F. Demoraes – décembre 2001).***



Photo 41 : Eruption du *Guagua Pichincha* (octobre 1999)
(Cliché : J. Morris).



Photo 42 : Eruption du *Reventador* (novembre 2002)
(Quotidien El Hoy).



Photo 43 : Caldeira du volcan *Guagua Pichincha.*
La paroi d'environ 1000 m de haut protège Quito des écoulements de laves
(Cliché : F. Demoraes – novembre 2002)



Photo 44 : Cratère du volcan *Guagua Pichincha.*
Egueulement de la caldeira vers l'ouest ***(Cliché : F. Demoraes – novembre 2002)***



Photo 45 : Chute de téphras sur la ville - Secteur de l'aéroport (octobre 1999)
(Cliché : Instituto Geofísico - EPN).



Photo 46 : Une avenue principale sous les cendres (Fermeture du service de transport sur la *Ecovía*)
(Cliché : F. Demoraes - novembre 2002).

Si le district est épisodiquement soumis aux séismes et aux éruptions volcaniques, d'autres phénomènes physiques mineurs plus localisés affectent aussi régulièrement son fonctionnement. Il s'agit en particulier des inondations, des glissements et affaissement de terrain, des coulées boueuses qui peuvent détériorer le réseau routier et perturber la circulation. Ci-après nous présentons quelques exemples d'évènements marquants survenus au cours des 20 dernières années ayant eu un impact plus spécifiquement sur la circulation et les transports urbains.

Les effondrements et affaissements de chaussées : les ravins de Quito ont été largement canalisés et remblayés pour construire de nouvelles rues. Les travaux étant parfois anciens, il n'est pas rare d'observer des affaissements dans les chaussées.



Photo 47 : Affaissement d'une chaussée construite sur un cours d'eau remblayé, rue *Colonche*, Quartier *Mena II*
(Cliché : Seguridad Ciudadana - MDMQ – 2001).



Photo 48 : Affaissement de chaussée construite sur un cours d'eau remblayé Quartier La Vicentina
(Quotidien El Comercio 28/01/2001).

Les inondations, les affaissements de talus et les glissements de terrain :

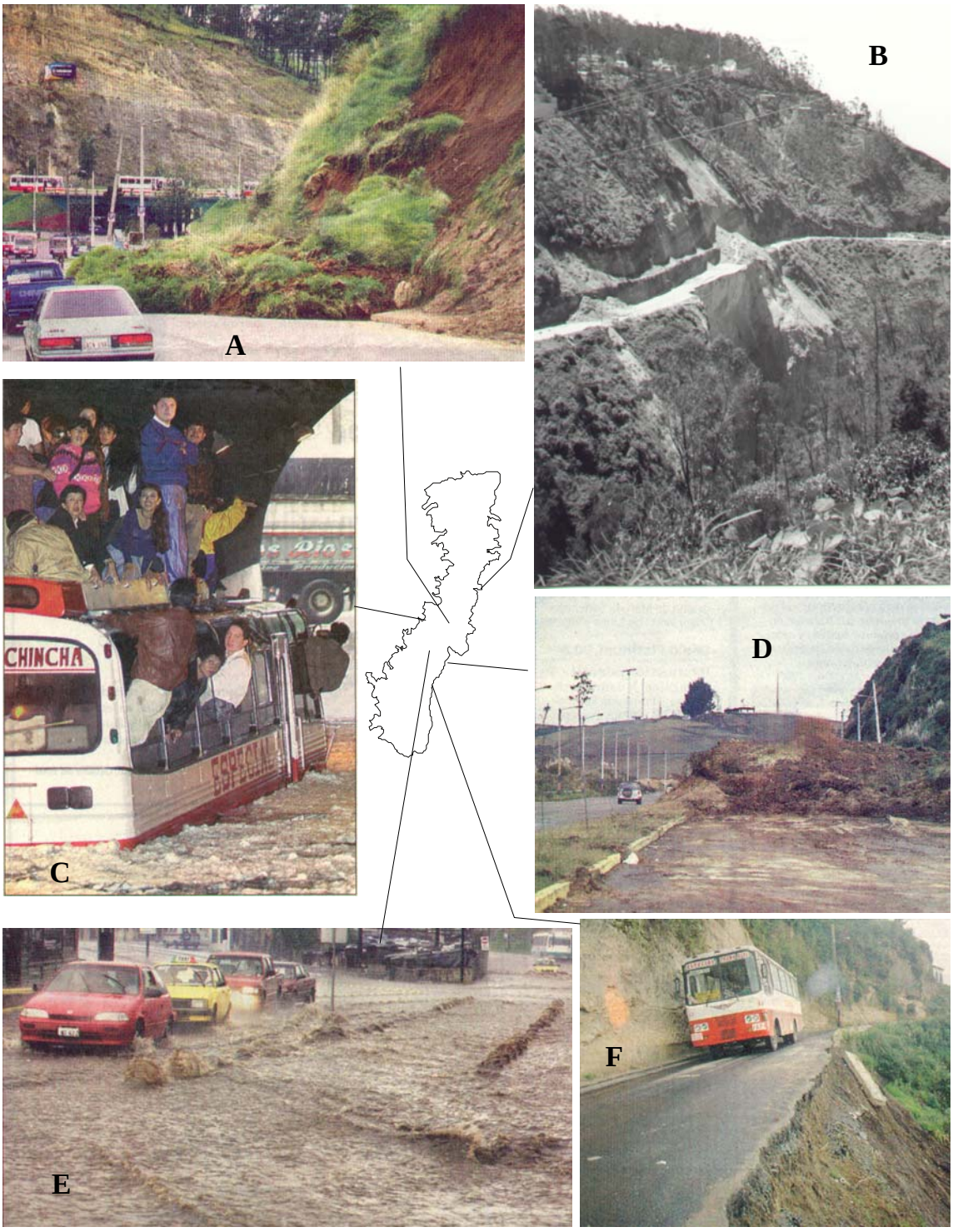


Photo 49 : Mosaïque d'aléas hydro-morphoclimatiques
A : Affaissement de talus - *El Trébol (El Comercio, 28/05/2000)* ; B : Eboulement sur la route *Interoceánica*) ; *(F. Demoraes 05/07/2000)* ; C : Bus immobilisé dans le tunnel *San Diego (El Hoy 15/04/2000)* ; D : Déversement de terre sur la *Nueva Oriental (El Comercio 04/05/2000)* ; E : Inondation dans le secteur *El Camal (El Comercio 14/04/2000)* ; F : Voie sujette au glissement de terrain, Secteur *Argelia Alta (El Comercio 06/06/2000)*

Les laves torrentielles et crues :

1973	La Libertad	23 morts
1975	La Gasca	2 morts
1983	El Condado	3 morts
1983	San Carlos	Importants dégâts matériels
1986	La Raya	Importants dégâts matériels
1997	La Comuna	2 morts

Tableau 18 : Laves torrentielles les plus destructrices survenues au cours des 30 dernières années.



Photo 50 : Lave torrentielle du 31 mars 1997 (quartier *La Comuna*)
Dépôt de sédiments sur la chaussée **– *(Cliché : Perrin et al, 1997).***



Photo 51 : Lave torrentielle du 31 mars 1997 (quartier *La Comuna*)
Un bus emporté par la coulée boueuse – ***(Cliché : Perrin et al, 1997).***

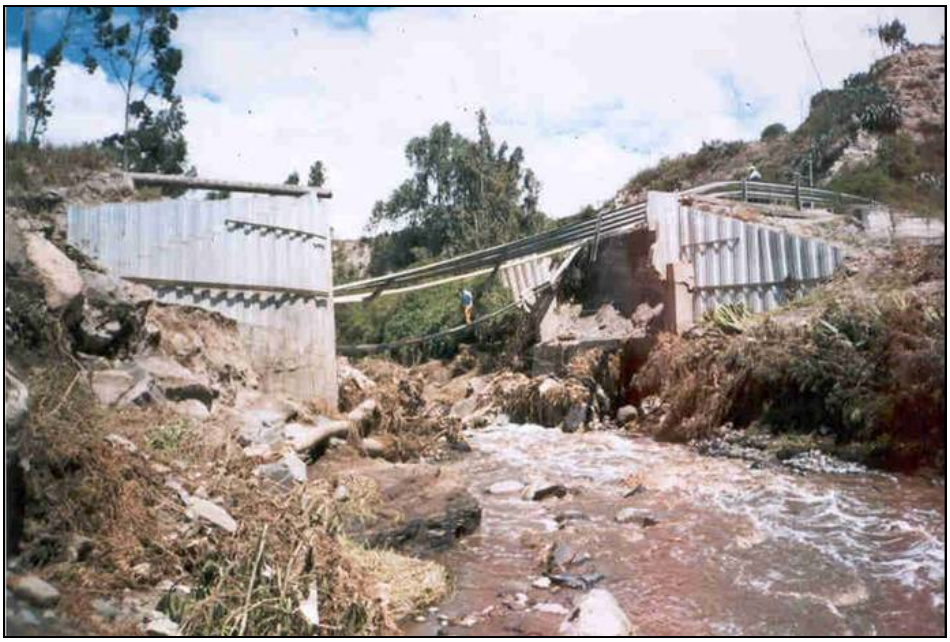


Photo 52 : Destruction du pont d'accès au lotissement *La Pampa* au nord de Quito (*Pomasqui*)
(Cliché : F. Demoraes – Décembre 2001).

Si les aléas géophysiques peuvent être qualifiés de « naturels », les processus d'endommagement renvoient quant à eux dans une ville aux modalités d'urbanisation qui conditionnent plus ou moins la susceptibilité à l'endommagement. D'autre part, les inondations, les glissements de terrain, les coulées boueuses, si elles sont effectivement déclenchées à Quito par de fortes précipitations sur lesquelles l'homme n'intervient pas, l'ensemble de ces phénomènes surviennent ou sont accrus du fait des modifications du réseau hydrographique originel, du fait des recoupements de talus pour construire des routes etc…



Figure 12 : Dessin humoristique remettant en cause la vétusté des canalisations à l'origine de certaines inondations
(*El Comercio - 16 12 2001).*

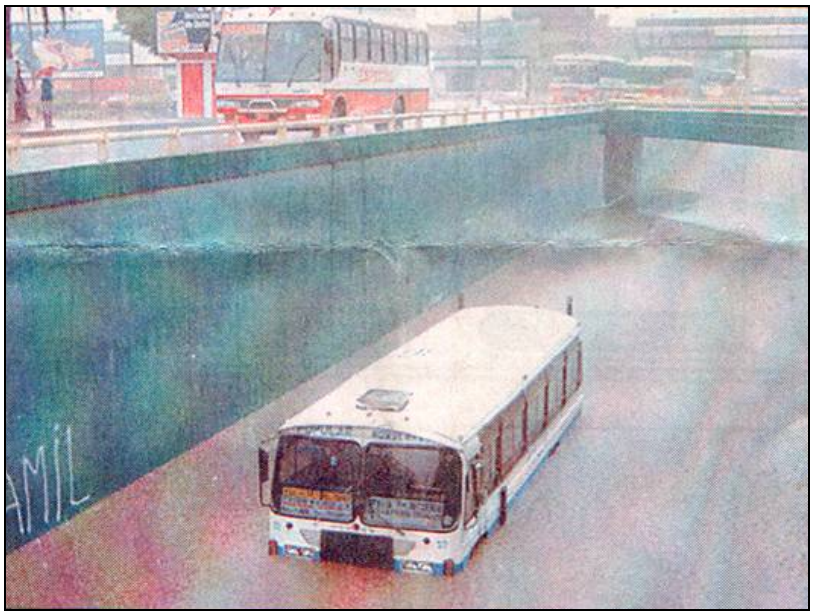


Photo 53 : L'ennoiement d'un passage surbaissé au niveau de l'aéroport.
Certaines constructions favorisent l'apparition de phénomènes qui perturbent la circulation. ***(El Comercio – mars 2000).***

Si les aléas géophysiques et hydro-morphoclimatiques affectent régulièrement le district, ils ne sont pas les seuls. D'autres menaces co-existent. Il s'agit en particulier des périls induits par certaines installations humaines comme les dangers d'explosions associés au stockage de produits inflammables.

Les dangers associés à l'entreposage de produits inflammables :



Photo 54 : Dépôt de carburants (citernes blanches) dans le quartier « *El Beaterio* » au sud de la ville.
Le périmètre de sécurité a été investi par des lotissements rendant la situation préoccupante
(Cliché : F. Demoraes – Décembre 2001).

Les zones exposées aux différents phénomènes générateurs de dommages présentés ci-dessus ont été cartographiées. A partir de ces cartes intégrées dans la base du SIG, nous avons pu évaluer l'exposition des enjeux majeurs du système de transport.

2.3.3.4 – Les aléas : cartographie des phénomènes et mesure de l'exposition

Plusieurs organismes sont chargés de produire des cartes d'aléas à Quito. Le tableau 19 reprend les cartographies utilisées dans notre étude. Les cartes n'ont pas toute la même précision. Dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le DMQ », nous n'avons pas entrepris d'actualiser ces cartes, faute de temps et de moyens. D'autre part, nous l'avons vu, nous avons dirigé nos efforts dans l'analyse des autres formes de vulnérabilités indépendantes des aléas qui permettent d'expliquer déjà de nombreux problèmes au quotidien sur lesquels les gestionnaires peuvent intervenir sans attendre.

Nous avons retenus cinq types d'aléas :

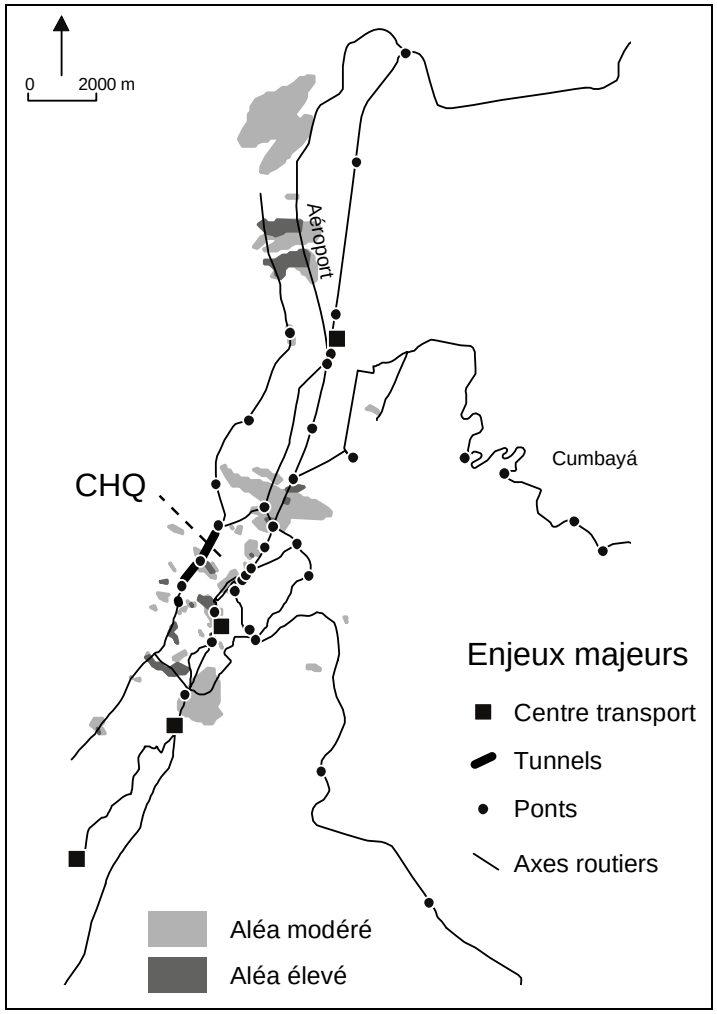
- les laves torrentielles / coulées boueuses,
- l'instabilité des sols (glissements, éboulements, affaissements),
- les inondations,
- les séismes (sols sujets à la liquéfaction, sols amplifiant les ondes vibratoires),
- les éruptions volcaniques (lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves et chute de cendres).

Pour certains phénomènes, une seule carte est disponible. Pour d'autres plusieurs documents cartographiques existent. Dans ce cas, nous avons réalisé des requêtes topologiques dans le SIG qui permettent de tenir compte des lieux reconnus comme étant exposés par les différents auteurs (tableau 19). Deux opérations ont été réalisées : les intersections et les unions (ou fusions). Les premières permettent de ne retenir que les secteurs qui sont communément identifiés comme étant exposés. En d'autres termes, le résultat permet d'aboutir à une restriction des zones les plus susceptibles d'être menacées et que nous associons de manière schématique à un niveau d'aléa élevé. Le deuxième type d'opérations (les unions) permet de retenir tous les espaces jugés comme étant exposés par les différentes sources, mais qui ne font, en quelque sorte, pas l'unanimité. Nous associons les résultats des unions à un niveau modéré d'aléa. Il n'est pas exclu que certains aménagements entrepris ces dernières années (bassins de rétention de sédiments sur les cours d'eau en amont de la ville, agrandissement de certains collecteurs d'égout…) aient pu réduire l'exposition de certains secteurs. Ceci dit, compte tenu de l'information disponible, il était difficile de parvenir à un résultat plus précis. Surtout, cette méthode, certes simplificatrice, présente l'avantage de pouvoir renseigner les gestionnaires sur les phénomènes qui sont susceptibles d'atteindre les enjeux majeurs et qui pourraient justifier des études plus localisées.

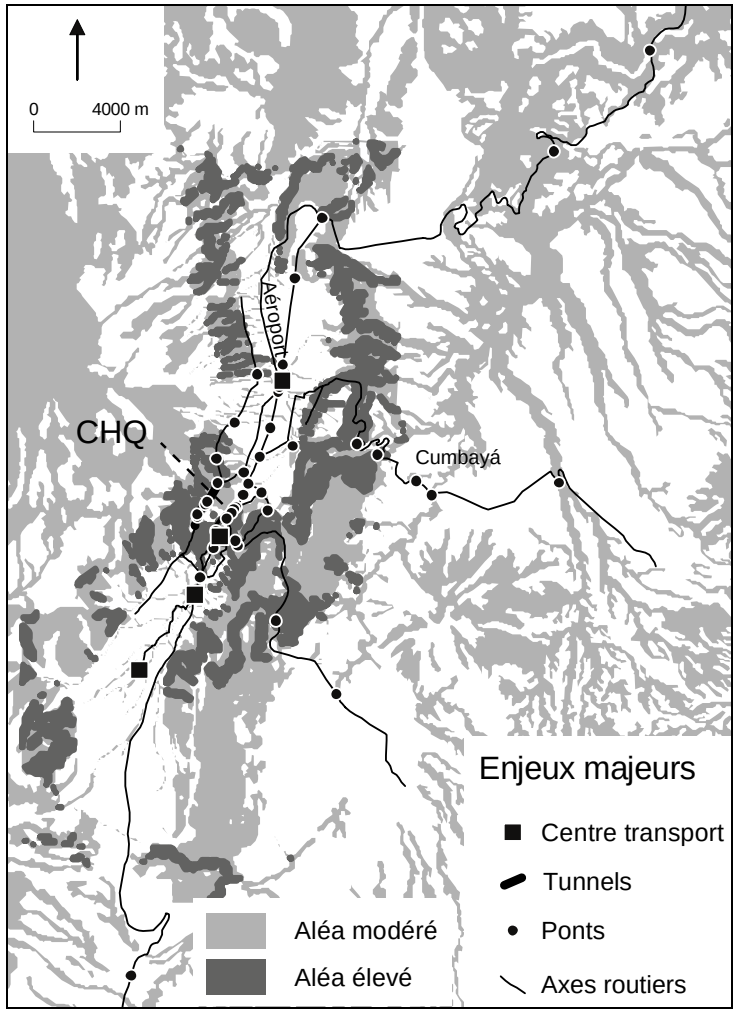
Nous avons également analysé l'exposition des enjeux majeurs au danger d'explosion de produits inflammables. Ces données ont été collectées, analysées et cartographiées dans le cadre de notre équipe de recherche par J. ESTACIO (2001) et R. D'ERCOLE (2004). La carte 49 figure les lieux d'entreposage de produits chimiques, de gaz et de combustibles liquides (essence). Le périmètre autour des dépôts reste approximatif mais cette carte présente l'intérêt d'être la première réalisée à Quito. En ce qui concerne le transport de combustibles, les routes d'approvisionnement et de distribution sont particulièrement dangereuses compte tenu des fortes déclivités et compte tenu du mode de transport utilisé en camions citernes non adaptés, vétustes et circulant à toute heure de la journée (ESTACIO J., 2001).

Aléas	Références cartographiques	Echelle de digitalisation	Méthodologie de détermination des niveaux d'aléa	
			aléa élevé	aléa modéré
Laves torrentielles / coulées boueuses	**Carte 1** : Résultats des recherches de Pierre Peltre (IRD) sur la fréquence des coulées boueuses à Quito (période 1900-1988) et localisation des secteurs affectés	1 / 20 000	secteurs affectés plus d'une fois.	tous les secteurs ayant déjà été affectés dans le passé.
Instabilité des terrains	**Carte 2** : Susceptibilité aux glissements de terrains dans la ville de Quito (EPN) - 1993	1 / 50 000	intersection des secteurs les plus exposés, représentés sur les cartes 2 et 3, et union avec les secteurs affectés plus d'une fois, localisés sur la carte 4.	intersection des secteurs représentés comme étant au moins modérément exposés sur les cartes 2 et 3, et union avec les secteurs affectés une seule fois dans le passé, localisés sur la carte 4
	Carte 3 : Stabilité géomorphologique de l'agglomération de Quito (Atlas Infographique de Quito, 1992)	1 / 50 000		
	Carte 4 : Résultats des recherches de Pierre Peltre (IRD) sur la fréquence des glissements, éboulements et affaissements de terrains à Quito (période 1900-1988) et localisation des secteurs affectés	1 / 20 000		
Inondations	**Carte 5** : Inondations à Quito dues aux insuffisances des collecteurs d'égout (EMAAP, 2000)	1 / 20 000	intersection des zones exposées aux inondations sur les cartes 5, 6 et 7 (zones exposées communes aux trois cartes).	union des zones exposées aux inondations sur les cartes 5, 6 et 7 (fusion des zones exposées sur les trois cartes).
	Carte 6 : Zones inondables à Quito (Atlas Infographique de Quito, 1992)	1 / 50 000		
	Carte 7 : Résultats des recherches de Pierre Peltre (IRD) sur la fréquence des inondations à Quito (période 1900-1988) et localisation des secteurs affectés	1 / 20 000		
Séismes	**Carte 8** : Microzonage sismique des sols du District Métropolitain de Quito (EPN) - Convention Ecole Polytechnique Nationale Equatorienne et Municipalité du District de Quito - Avril 2001.	1 / 175 000	zones fortement exposées de la carte 8 et union avec les zones exposées de la carte 9.	zones modérément et fortement exposées de la carte 8 et une union avec les zones exposées de la carte 9
	Carte 9 : Secteurs potentiellement sujets à la liquéfaction (Atlas Infographique de Quito, 1992)	1 / 50 000		
Eruptions volcaniques	**Carte 10** : Aléas associés aux volcans Guagua Pichincha, Cotopaxi, Pululahua y Ninahuilca (EPN)	1 / 50 000	secteurs les plus fortement exposés figurant sur la carte 10 (au niveau du district) et union avec les secteurs de Quito modérément exposés (car comportant plus d'enjeux)	tous les secteurs exposés à un aléa volcanique quelque soit son degré.

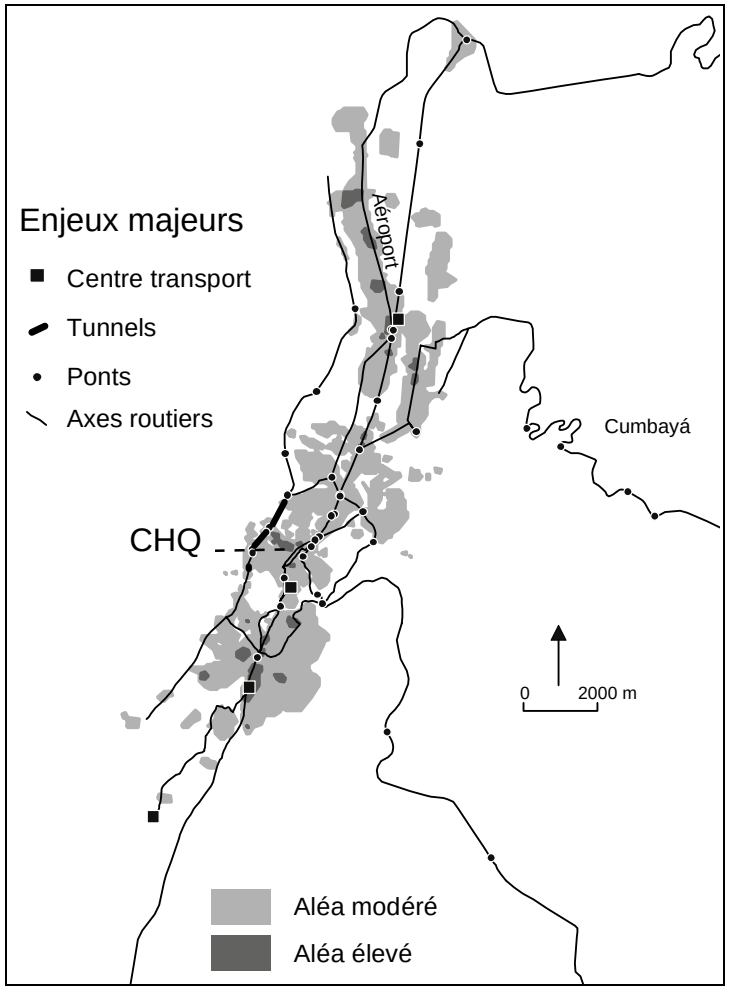
Tableau 19 : Cartes d'aléas retenus et traitements effectués pour aboutir à des degrés synthétiques d'aléas
d'après la méthode de R. D'Ercole et P. Metzger, 2003.



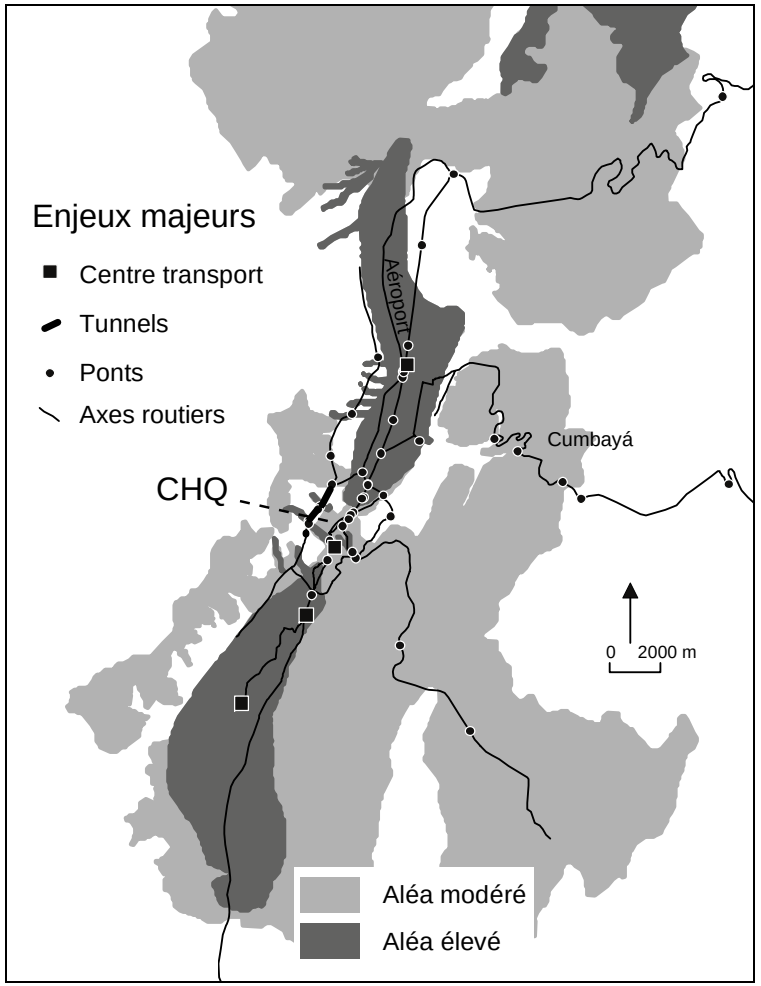
Carte 44 : Exposition des enjeux majeurs du transport aux coulées boueuses.



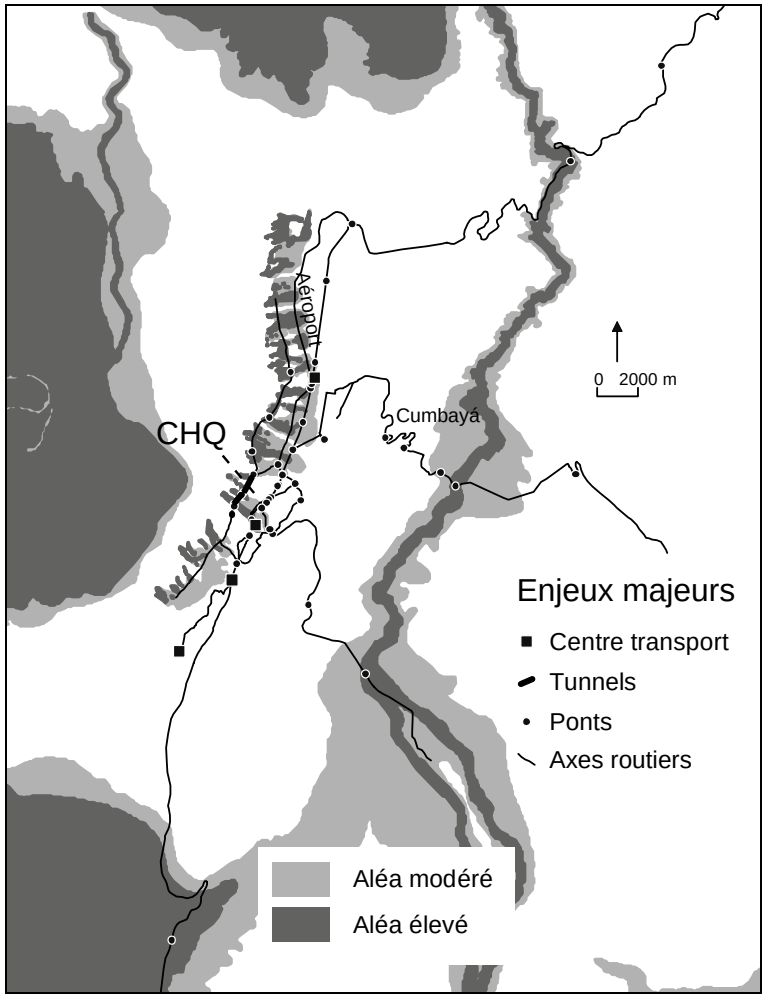
Carte 45 : Exposition des enjeux majeurs du transport à l'instabilité des terrains.



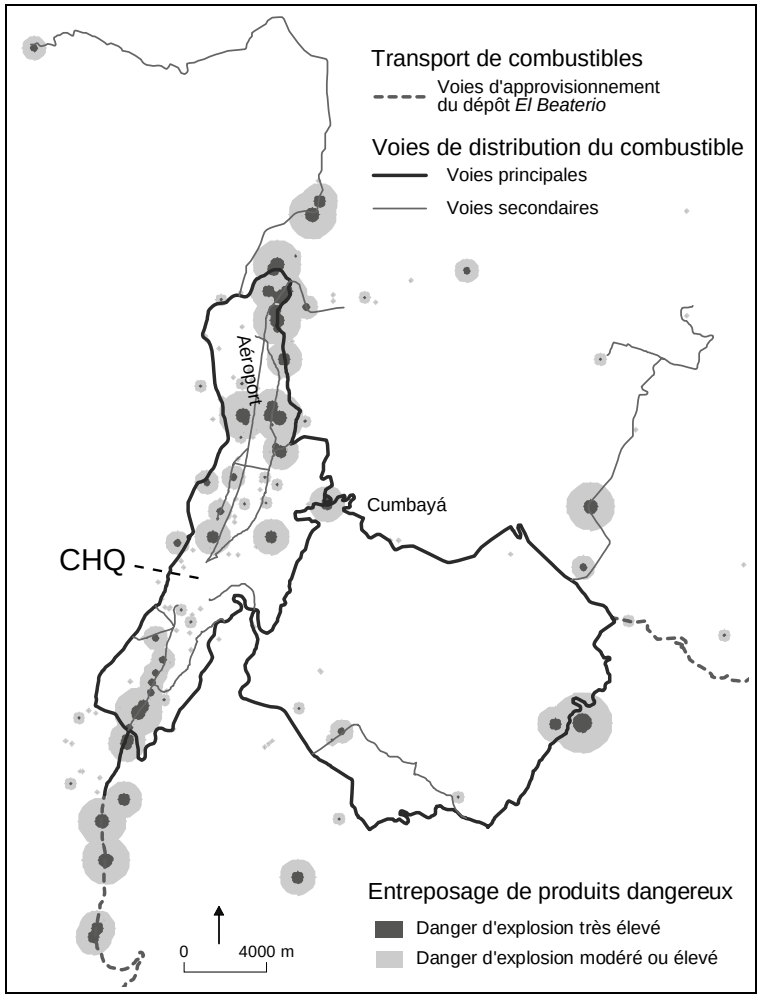
Carte 46 : Exposition des enjeux majeurs du transport aux inondations.



Carte 47 : Exposition des enjeux majeurs du transport à la liquéfaction des terrains et à l'amplification des ondes en cas de séisme.



Carte 48 : Exposition des enjeux majeurs du transport aux aléas volcaniques (lahars, coulées pyroclastiques).



Carte 49 : Exposition aux dangers associés aux produits inflammables (entreposage et transport).

Grâce au SIG, nous avons donc pu mesurer les caractéristiques géométriques des enjeux majeurs du transport (pentes, longueur, sinuosité), certaines distances (éloignements par rapport aux casernes des pompiers) et aussi l'exposition des éléments enjeux majeurs aux aléas d'origine naturelle et anthropique. Le recours au SIG a donc permis de compléter l'analyse de vulnérabilité. La question que l'on se pose à ce stade est de savoir selon quelle méthode nous avons mesuré le degré de vulnérabilité de chaque enjeu compte tenu des indicateurs retenus dans les six formes de vulnérabilité.

2.3.4 – Méthode de pondération et de valoration des vulnérabilités : une double approche qualitative et quantitative

2.3.4.1 – Des facteurs de vulnérabilité plus ou moins pénalisants

Chaque facteur (variable ou indicateur) a été renseigné pour chaque enjeu dans les six formes de vulnérabilité. Ces renseignements ont été convertis en niveaux de vulnérabilités associés à des valeurs selon une méthode que nous décrivons ci-après. Plus la vulnérabilité est forte, plus l'enjeu reçoit une valeur élevée. Une vulnérabilité nulle est associée à la valeur zéro. Ceci dit, tous les facteurs ne pénalisent pas la mobilité selon la même gravité au quotidien ou ne laissent pas présager la même gravité des problèmes en période troublée. Nous allons prendre deux exemples, le premier afférent à la fragilité intrinsèque des enjeux majeurs (vulnérabilité), le deuxième relatif à la préparation aux crises (compensation).

Exemples de vulnérabilités intrinsèques des axes routiers : état du revêtement et fonctionnalité des voies

L'état du revêtement d'un axe enjeu majeur d'une ville peut, tout au plus, ralentir la circulation, entraîner un accroissement des accidents mais ne peut pas aboutir à l'arrêt total du trafic[179]. En ce sens, ce facteur est certes pénalisant mais d'autres facteurs le sont encore plus. Par exemple, la fonctionnalité d'une voie permet de mesurer l'aptitude actuelle d'un axe à la circulation. Un axe peut être *totalement fonctionnel* lorsque la circulation est fluide. Il peut être *partiellement fonctionnel* lorsque des travaux ralentissant la circulation sont en cours (réfection, élargissement, construction de passages surélevés ou surbaissés, mise en place d'un site propre..). A Quito, les travaux de réfection des chaussées peuvent, dans certains cas, durer plusieurs mois, voire plusieurs années (cas de la *Ecovía*, cf. 2.3.3.5, p. 116) et sont souvent à l'origine d'engorgements[180]. Ceci est d'autant plus vrai lorsque l'entretien concerne des axes enjeux majeurs sur lesquels la circulation est intense. En effet, dans la ville de Quito, compte tenu de sa configuration très allongée, il n'existe que peu d'alternatives pour absorber les déviations. Enfin, un axe peut avoir une *fonctionnalité fortement réduite voire nulle* lorsqu'il n'est plus du tout ouvert à la circulation (suite à un éboulement, suite à un affaissement….). Ceci est le cas de la route « *Interoceánica* » reliant l'espace central à la vallée de *Tumbaco – Cumbayá*. Cet axe est fermé à la circulation depuis mai 2000 suite à un

[179] L'état des chaussées analysé dans cette section est celui de décembre 2003

[180] Dans l'annexe 8, trois cas de réfection des chaussées ou de construction d'ouvrages illustrant certaines vulnérabilités du mode de production du support physique de la mobilité ayant eu des répercussions significatives sur la circulation sont analysés (Avenue *Amazonas*, entretien du site propre du trolley…).

éboulement (voir photo 49B). Comparativement, la fonctionnalité d'un axe peut donc être plus pénalisante pour la mobilité que l'état du revêtement.

Exemples de compensations, la préparation aux crises : plan de délestage de la circulation et autonomie énergétique des services de transport :

L'absence de plan de délestage en cas de fermeture d'un axe peut entraîner des désorganisations circulatoires plus ou moins importantes mais n'aboutit pas, à Quito, à une paralysie totale et durable du trafic. En effet, les automobilistes et chauffeurs de bus quiténiens sont habitués à ce qu'il n'existe pas de véritable organisation du trafic vers des itinéraires bis balisés lorsque la police barre une route (pour cause de travaux, de manifestations, de glissement de terrain…). En revanche, l'absence de réserves énergétiques parmi les modes de transport en commun, dont dépend 80 % de la population pour se déplacer, peut, en cas de rupture de l'approvisionnement en combustibles, entraîner une perte de mobilité beaucoup plus conséquente (ceci s'est produit en 1987, avec la rupture de l'oléoduc). Comparativement, l'absence de réserves énergétiques peut donc être plus pénalisante que l'absence de plan de délestage. Les entretiens réalisés auprès des opérateurs de transport en commun[181] montrent, à de très rares exceptions, qu'ils ne possèdent pas de stocks de combustibles. La plupart des compagnies de bus conventionnels s'approvisionnent quotidiennement dans les stations essence accessibles à tous et n'ont pas d'alternative énergétique (ne fonctionnent pas à l'électricité). De son côté, l'Unité Opérationnelle du Système Trolleybus détient un dépôt de diesel qui lui permettrait de fonctionner pendant au moins soixante-douze heures en cas de coupure électrique. Ces vulnérabilités relevant tantôt du système institutionnel (gestion de la circulation), tantôt du système d'offre de transport (les opérateurs) font donc référence à des variables dynamiques (la circulation et le transport). Dans notre travail, nous avons reporté ces vulnérabilités sur des objets statiques, en l'occurrence sur des lignes matérielles immobiles (les axes routiers). En effet, nous partons du principe que les déplacements sur un axe sont vulnérables si les modes de transport ou de gestion de la circulation sur lequel ils reposent sont eux-mêmes vulnérables.

Ces exemples, illustrent le fait que parmi les facteurs retenus, certains témoignent d'une simple réduction de la fluidité de la circulation, d'autres peuvent aboutir à l'arrêt total de la circulation, à une perte significative de mobilité, c'est pourquoi deux étendues ont été retenues :

- de 0 à 2 : pour les facteurs modérément pénalisants
- de 0 à 4 pour les facteurs plus fortement pénalisants

Zéro correspond à la situation la meilleure (absence de vulnérabilité) et 2 ou 4 correspondent aux situations les pires (vulnérabilités maximales). Les étendues de chaque facteur de vulnérabilité sont présentées dans les tableaux 15 et 16. Remarquons que pour certains enjeux, la situation « vulnérabilité nulle » ou la situation « vulnérabilité maximale » n'existe pas. En dehors de la pondération préalable (en fonction du caractère plus ou moins pénalisant du facteur), à l'intérieur de chaque étendue, nous avons évalué le niveau de vulnérabilité de chaque enjeu en fonction des données obtenues grâce à l'analyse et aux calculs antérieurs.

[181] Voir annexe 9.

Une valeur a été assignée à chaque enjeu. Nous designons cette valeur par le terme « *valoration* » qui équivaut à une notation. Les exemples suivants illustrent les équivalences établies entre les données et les valeurs octroyées (niveau de vulnérabilité).

2.3.4.2 – Méthode de valoration des vulnérabilités

L'exemple de la vulnérabilité des tunnels liée à leur dépendance en matière d'énergie

La dépendance reflète les équipements dont sont munis les ouvrages et qui s'avèrent nécessaires pour un fonctionnement « correct », c'est-à-dire pour que la circulation se fasse dans les meilleures conditions. Ces dernières peuvent être assurées uniquement, dans le cas des tunnels, si les systèmes d'éclairage et de ventilation fonctionnent. Un éclairage déficient peut être à l'origine d'un nombre élevé accidents et l'absence d'évacuation des gaz d'échappement conduit à une forte opacité de l'air qui entraîne une réduction de la visibilité, elle-même source d'accidents. Pour que les systèmes d'éclairage et de ventilation fonctionnent, il leur faut de l'énergie. L'énergie est donc une forme de dépendance des tunnels.

DEPENDANCE VIS-A-VIS DE L'ELECTRICITE	
explication	les ventilateurs et les systèmes d'éclairage ont besoin d'électricité pour fonctionner. A Quito, nous considérons que les tunnels équipés des deux systèmes ont une "dépendance moyenne" vis-à-vis de l'énergie électrique, et le tunnel de San Diego, n'ayant qu'un système d'éclairage, a une "dépendance faible". A Quito, compte tenu de la relative faible longueur des tunnels, on ne recense pas de forte ou de très forte dépendance pour les tunnels.
Valoration	dépendance nulle --> 0 dépendance faible --> 1 dépendance moyenne --> 2 dépendance forte --> 3 dépendance très forte --> 4

nom du tunnel	**électricité**	**valeurs**
San Juan	dépendance moyenne	2
San Roque	dépendance moyenne	2
San Diego	dépendance faible	1

Tableau 20 : Méthode de valoration de la vulnérabilité des tunnels liée à leur dépendance vis-à-vis du système électrique.

Dans l'exemple choisi, l'étendue s'échelonne de 0 à 4. A Quito, la vulnérabilité des tunnels du point de vue de leur dépendance vis-à-vis de l'énergie électrique est faible (1) ou moyenne (2). Les situations hypothétiques les meilleures et les pires ne s'y retrouvent pas. Dans l'absolu, on pourrait considérer qu'un tunnel excédant trois kilomètres de longueur a une dépendance forte et qu'un tunnel dépassant six kilomètre a une dépendance très forte, c'est-à-dire qu'il ne serait pas envisageable d'y circuler en cas de défaillance du système électrique.

Inversement la circulation pourrait être sans danger dans un tunnel non équipé de moins de cinquante mètres de long dans la mesure où les systèmes d'éclairage et de ventilation n'y seraient pas nécessaires. Dans ce cas on pourrait envisager une dépendance nulle (= 0). Dans le cas présent, nous n'avons retenu qu'un seul facteur pour supputer la dépendance des tunnels (le seul qui nous semble exister pour ce type d'infrastructure). Dans d'autres formes de vulnérabilité, pour d'autres enjeux, plusieurs facteurs ont été analysés. C'est le cas de l'exposition des enjeux aux aléas.

L'exemple de la vulnérabilité des centres de transport compte tenu de leur exposition aux aléas, et de leurs susceptibilités d'endommagement et de perturbation

Pour chaque enjeu, l'analyse de la forme de vulnérabilité « exposition et susceptibilités d'endommagement et de perturbation » repose sur quatre étapes. La première étape consiste à mesurer l'exposition des enjeux face aux aléas. L'exposition peut être « *nulle* », « *légère* », « *assez forte* » ou « *forte* » selon le degré d'aléa auquel l'enjeu est exposé. La deuxième étape consiste à mesurer la susceptibilité d'endommagement de l'infrastructure (bâtiment, pont, route, tunnel). Cette susceptibilité peut être « *nulle* », « *légère* » ou « *forte* ». La troisième étape consiste à évaluer la susceptibilité de perturbation des dynamiques supportées par l'infrastructure (circulation automobile et service de transport en commun). Cette susceptibilité peut être « *nulle* », « *légère* » ou « *forte* ». La quatrième étape consiste à calculer un bilan qui synthétise l'exposition aux aléas, la susceptibilité d'endommagement de l'infrastructure et la susceptibilité de perturbation des dynamiques supportées par l'infrastructure. Le bilan correspond à une valeur synthétique de vulnérabilité qui oscille entre 0 et 4 (4 étant la vulnérabilité maximale). L'exemple des quatre centres de transport enjeux majeurs (voir carte 36, p. 173) permet d'illustrer cette méthode.

1ère étape : mesure de l'exposition des centres de transport : pour chaque centre, nous avons tout d'abord observé grâce au SIG sa localisation par rapport aux secteurs susceptibles d'être concernés par les sept types aléas (coulées boueuses, inondations, instabilité des terrains, séismes, chutes de cendres volcaniques, lahars et dangers d'explosion de produits dangereux). Lorsque le centre et ses accès immédiats se trouvent en dehors des secteurs exposés, on considère qu'il n'y a pas d'exposition (« *exposition nulle* » = 0). Lorsque le centre ou un de ses accès immédiats se trouve dans une zone où l'aléa est modéré, on considère que l'exposition est « *légère* » (= 1). Lorsque le centre et un de ses accès immédiats se trouvent dans une zone où l'aléa est modéré, on considère que l'exposition est « *assez forte* » (= 2). Face aux chutes de cendres volcaniques, on considère que les centres sont également « *assez fortement exposés* » (= 2). Enfin, lorsque le centre et/ou un de ses accès se trouvent dans une zone où l'aléa est élevé, on considère que l'exposition est « *forte* » (= 3). Ces valeurs ont ensuite été additionnées (tableau 21) pour obtenir une valeur synthétique d'exposition. La gare routière *Cumandá* est la plus fortement exposée aux aléas (=16), la station *El Recreo* la moins exposée (=8).

	Aléas d'origine naturelle												Aléa anthropique		
nom du centre	**coulées boueuses**	**valeur**	**inondations**	**valeur**	**instabilité des terrains** (glissement, affaissement)	**valeur**	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**valeur**	**chute de cendres volcaniques**	**valeur**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	**valeur**	**explosions de produits dangereux**	**valeur**	**Total exposition**
Station Norte	non exposé	0	bâtiment et voies d'accès exposés aux inondations (aléa élevé)	3	non exposé	0	bâtiment et voies d'accès exposés (aléa élevé)	3	bâtiment et voies d'accès exposés comme l'ensemble de la ville	2	voies d'accès exposées (aléa modéré)	1	voies d'accès exposées (aléa modéré)	1	10
Station El Recreo	accès nord exposé aux coulées boueuses (aléa modéré)	1	bâtiment et voies d'accès exposés aux inondations (aléa modéré)	2	non exposé	0	bâtiment et voies d'accès exposés (aléa élevé)	3	bâtiment et voies d'accès exposés comme l'ensemble de la ville	2	non exposé	0	non exposé	0	8
Station Morán Valverde	non exposé	0	accès nord exposé aux inondations (aléa modéré)	1	bâtiment exposé (aléa modéré)	1	bâtiment et voies d'accès exposés (aléa élevé)	3	bâtiment et voies d'accès exposés comme l'ensemble de la ville	2	non exposé	0	voies d'accès exposées (aléa modéré)	1	8
Gare routière de Cumandá	accès ouest exposé aux coulées boueuses (aléa élevé)	3	bâtiment et voies d'accès exposés aux inondations (aléa modéré)	2	bâtiment et voies d'accès exposés à l'instabilité des terrains (aléa élevé)	3	bâtiment et voies d'accès exposés (aléa élevé)	3	bâtiment et voies d'accès exposés comme l'ensemble de la ville	2	bâtiment et voies d'accès exposés (aléa élevé)	3	non exposé	0	16

Tableau 21 : Exposition des centres de transport et de leurs accès immédiats aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions de produits inflammables.

2ème étape : analyse de la susceptibilité d'endommagement des infrastructures : une inondation peut rendre un bâtiment partiellement inopérant (perturbation des services de transport) sans pour autant l'endommager. C'est pour cela que nous différencions « susceptibilité d'endommagement de l'infrastructure » et « susceptibilité de perturbation du trafic ». On suppute donc a priori la susceptibilité d'endommagement des bâtiments et de leurs voies d'accès en cas de manifestation de chaque aléa. Nous retenons la susceptibilité qui semble la plus plausible compte tenu des caractéristiques des aléas à Quito. Par exemple, les cendres n'endommagent nullement les bâtiments ou leurs voies d'accès (sauf si l'épaisseur de téphras atteint par exemple plus de cinquante centimètres, auquel cas le surpoids peut entraîner l'effondrement de la structure, mais à Quito on n'est pas, semble-t-il, dans cette situation). Tout au plus les cendres peuvent-elles affecter le système d'aération (mais cela reste sans grande répercussion). On individualise trois classes « *susceptibilité d'endommagement nulle* », « *susceptibilité légère* » et « *forte susceptibilité* ». En ce qui concerne la susceptibilité d'endommagement des centres de transport en cas de séisme, nous avons consulté un ingénieur civil (F. YEPEZ) spécialisé dans le risque sismique (tableau 22).

3ème étape : analyse de la susceptibilité de perturbation des services de transport : on suppute a priori la susceptibilité de perturbation du transport en commun (trolley et transport interprovincial) en cas de manifestation de chaque aléa. Nous retenons la susceptibilité qui semble la plus plausible compte tenu des perturbations passées (pour le trolley notamment, ce dernier est plus sensible à la chute de téphras et aux inondations que les autres services de transport). A Quito, chaque aléa est susceptible de perturber au moins légèrement le trafic. On individualise deux classes « *susceptibilité légère* » et « *forte susceptibilité* ». Dans l'absolu, on pourrait également considérer « *aucune susceptibilité de perturbation* ». Par exemple, un glissement de terrain déversant de la terre sur une route n'affecterait pas le service d'un métro, mais ce cas de figure ne se présente pas dans le District de Quito. Les stations du trolley et le fonctionnement du trolley sont fortement susceptibles aux perturbations quelque soit l'aléa à cause de la fragilité des véhicules. Pour le transport en commun interprovincial, on considère qu'il y a une « *légère susceptibilité de perturbation* » lorsque le service de transport est ralenti (circulation des unités possible mais pouvant être périlleuse, impliquant une grande prudence chez les conducteurs). Ceci est le cas des inondations compte tenu de leurs caractéristiques à Quito (quelques décimètres d'eau tout au plus). On considère qu'il y a une « *forte susceptibilité de perturbation* » lorsque la circulation est complètement bloquée (passage impossible). Ceci est le cas par exemple en cas de coulées boueuses, de glissements de terrain, de séisme (tableau 23).

4ème étape : Bilan : Exposition aux aléas, susceptibilités d'endommagement et de perturbation : on regarde la combinaison des valeurs attribuées aux enjeux dans chacune des trois étapes précédentes (tableau 24). A partir de ces combinaisons, on détermine des niveaux (de 0 à 4) que l'on additionne. On débouche ainsi sur une valeur synthétique de vulnérabilité face aux aléas. Cette dernière fait ressortir que la gare routière *Cumandá* est la plus vulnérable (=16) et que la station *El Recreo* est comparativement la moins vulnérable (=12).

	Aléas d'origine naturelle												Aléa anthropique		
nom du centre	**coulées boueuses**	**valeur**	**inondations**	**valeur**	**instabilité des terrains** (glissement, affaissement)	**valeur**	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**valeur**	**chute de cendres volcaniques**	**valeur**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	**valeur**	**explosions de produits dangereux**	**valeur**	**Total**
Station Norte	légère	1	nulle	0	forte	3	légère	1	nulle	0	forte	3	forte	3	11
Station El Recreo	légère	1	nulle	0	forte	3	légère	1	nulle	0	forte	3	forte	3	11
Station Morán Valverde	légère	1	nulle	0	forte	3	légère	1	nulle	0	forte	3	forte	3	11
Gare routière de Cumandá	légère	1	nulle	0	forte	3	forte	3	nulle	0	forte	3	forte	3	13

Tableau 22 : Susceptibilité d'endommagement des centres de transport et de leurs voies d'accès.

	Aléas d'origine naturelle												Aléa anthropique		
nom du centre	**coulées boueuses**	**valeur**	**inondations**	**valeur**	**instabilité des terrains** (glissement, affaissement)	**valeur**	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**valeur**	**chute de cendres volcaniques**	**valeur**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	**valeur**	**explosions de produits dangereux**	**valeur**	**Total**
Station Norte	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	21
Station El Recreo	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	21
Station Morán Valverde	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3	21
Gare routière de Cumandá	forte	3	légère	1	forte	3	forte	3	légère	1	forte	3	forte	3	17

Tableau 23 : Susceptibilité de perturbation des services de transport du trolley et interprovincial associés aux centres.

Méthode	e = exposition s_1 = susceptibilité d'endommagement du bâtiment et de leurs voies d'accès s_2 = susceptibilité de perturbation des transports en commun Bes = bilan de l'exposition et des susceptibilités d'endommagement et de perturbation si e = 0 ; alors Bes = 0 si e = 1, et si s_1 ou s_2 = 3 ; alors Bes = 2 ; sinon Bes = 1 si e = 2, et si s_1 ou s_2 = 3 ; alors Bes = 3 ; sinon Bes = 2 si e = 3 et si s_1 ou s_2 = 3 ; alors Bes = 4 ; sinon Bes = 3

exemple : e_s_1_s_2 --> 0_1_2

	Aléas d'origine naturelle												**Aléa anthropique**		
nom du centre	**coulées boueuses**	**valeur**	**inondations**	**valeur**	**instabilité des terrains** (glissement, affaissement)	**valeur**	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**valeur**	**chute de cendres volcaniques**	**valeur**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	**valeur**	**explosions de produits dangereux**	**valeur**	**Total**
Station Norte	0_1_3	0	3_0_3	4	0_3_3	0	3_1_3	4	2_0_3	3	1_3_3	2	1_3_3	2	13
Station El Recreo	1_1_3	2	2_0_3	3	0_3_3	0	3_1_3	4	2_0_3	3	0_3_3	0	0_3_3	0	12
Station Morán Valverde	0_1_3	2	1_0_3	2	1_3_3	2	3_1_3	4	2_0_3	3	0_3_3	0	1_3_3	2	15
Gare routière de Cumandá	3_1_3	4	2_0_1	2	3_3_3	4	3_3_3	4	2_0_1	2	3_3_3	4	0_3_3	0	16

Tableau 24 : Bilan : Exposition des centres de transport aux aléas, susceptibilités d'endommagement et de perturbation.

Les exemples précédents illustrent la méthode que nous avons utilisée pour mesurer les différentes formes de vulnérabilité des enjeux majeurs du système de transport du district de Quito. Dans certaines formes de vulnérabilité, ne figure qu'un seul facteur (exemple de la dépendance des tunnels). Dans d'autres, on a pu identifier plusieurs facteurs. Les valorations des enjeux en fonction des facteurs analysés sont systématiquement additionnées dans les six formes. L'ensemble des valorations détaillées figure dans des matrices présentées dans les annexes 12, 13, 14 et 15. Nous avons ensuite discrétisé les sommes des valorations obtenues dans les six formes pour chaque type d'enjeu. La méthode de discrétisation choisie consiste à positionner les enjeux par rapport à deux situations extrêmes : une vulnérabilité nulle (= 0) et une vulnérabilité hypothétique maximale. La première est vérifiée lorsque la somme des valorations vaut zéro (ce qui n'est jamais vérifié dans la pratique à Quito, sauf pour la dépendance des ponts). La deuxième est vérifiée lorsque toutes les valorations sont maximales (cas de figure que l'on ne rencontre pas non plus à Quito). Par exemple, dans la forme « vulnérabilité intrinsèque » des tunnels (tableau 25), nous avons analysé six variables. La somme de leur étendue vaut 16.

	INTRINSEQUE	
	variables analysées	**étendues**
TUNNELS	1 -longueur	0-4
	2 - état du revêtement	0-2
	3 - faiblesse dans la construction	0-4
	4 - éclairage (déficience)	0-2
	5 - ventilation (déficience)	0-2
	6 - nettoyage requis	0-2
	Total	16

Tableau 25 : Exemple de calcul de la valeur maximale de vulnérabilité pouvant être atteinte par un enjeu
(à partir de l'étendue des variables analysées, cas de la vulnérabilité intrinsèque des tunnels).

Si un tunnel cumulait les situations les pires pour chacun des six facteurs, alors il totaliserait, compte tenu des étendues, la valeur maximale hypothétique, c'est-à-dire 16. L'objectif étant d'aboutir à cinq degrés de vulnérabilité, nous avons donc divisé l'étendue de la somme des valorations par cinq. A partir de là, nous avons pu déterminer les seuils des classes (d'égales amplitudes). L'intervalle de classe dans l'exemple choisi est de 3,2 (16 / 5). Nous présentons ci-après la méthode de discrétisation des sommes des valorations des six formes de vulnérabilité des tunnels[182] (tableau 27), méthode valable aussi pour les autres types d'enjeux. Cette discrétisation a permis de déboucher sur cinq degrés synthétiques de vulnérabilité :

1	une vulnérabilité nulle ou très faible
2	une vulnérabilité assez faible
3	une vulnérabilité assez forte
4	une vulnérabilité forte
5	une vulnérabilité très forte

Tableau 26 : Cinq degrés synthétiques de vulnérabilité
(calculée à partir de la sommes des valorations).

[182] Pour la localisation des tunnels, voir carte 22, deuxième partie, p. 92.

	Formes de vulnérabilité					
	vulnérabilité intrinsèque		dépendance		exposition aux aléas et susceptibilités d'endommagement et de perturbation	
nom de tunnels	sommes des valorations	degré de vulnérabilité	somme des valorations	degré de vulnérabilité	somme des valorations	degré de vulnérabilité
San Juan	9	3	2	3	15	3
San Roque	9	3	2	3	15	3
San Diego	6	2	1	2	4	1

	vulnérabilité intrinsèque		dépendance		exposition aux aléas et susceptibilités d'endommagement et de perturbation	
	classes des sommes des valorations	degré de vulnérabilité	classes des sommes des valorations	degré de vulnérabilité	classes des sommes des valorations	degré de vulnérabilité
Equivalences	[0 - 3,2[	1	0	1	[0 - 5,2[	1
	[3,2 - 6,4[	2	1	2	[5,2 - 10,4[	2
	[6,4 - 9,6[	3	2	3	[10,4 - 15,6[	3
	[9,6 - 12,8[	4	3	4	[15,6 - 20,8[	4
	[12,8 - 16]	5	4	5	[20,8 - 26[	5

Maximums hypothétiques :

max = 16	max = 4	max = 26
16 / 5 = 3,2	dans ce cas on va de 1 en 1	26 / 5 = 5,2

	Formes de compensation					
	capacité de contrôle		alternatives		préparation aux crises	
nom de tunnels	somme des valorations	degré de vulnérabilité	somme des valorations	degré de vulnérabilité	somme des valorations	degré de vulnérabilité
San Juan	6	2	4	5	19	4
San Roque	6	2	4	5	19	4
San Diego	10	3	4	5	20	5

	capacité de contrôle		alternatives		préparation aux crises	
	classes des sommes des valorations	degré de vulnérabilité	classes des sommes des valorations	degré de vulnérabilité	classes des sommes des valorations	degré de vulnérabilité
Equivalences	[0- 4,4[	1	0	1	[0- 4,8[	1
	[4,4 - 8,8[	2	1	2	[4,8 - 9,6[	2
	[8,8 - 13,2[	3	2	3	[9,6 - 14,4[	3
	[13,2 - 17,6[	4	3	4	[14,4 - 19,2[	4
	[17,6 - 22]	5	4	5	[19,2 - 24]	5

Maximums hypothétiques :

max = 22	max = 4	max = 24
22 / 5 = 4,4	dans ce cas on va de 1 en 1	24 / 5 = 4,8

Tableau 27 : Sommes des valorations des six formes de vulnérabilités et détermination des degrés synthétiques de vulnérabilité
(cas des tunnels).

Ce travail nous a permis de comparer les vulnérabilités des différents enjeux entre eux et de faire ressortir ceux qui sont les plus vulnérables dans chaque forme. Cet exercice a également permis de positionner la vulnérabilité des enjeux de la mobilité du district par rapport à une vulnérabilité que l'on pourrait rencontrer dans d'autres villes. En effet, les situations les pires ou les meilleures ne se rencontrent pas toutes à Quito. Les degrés synthétiques de vulnérabilité issus des discrétisations ont ensuite fait l'objet d'une représentation cartographique qui fournit une vision synoptique facilement intelligible.

2.4 – L'analyse de vulnérabilité des enjeux du système de mobilité : résultats cartographiques

La carte, outil privilégiée du géographe, présente l'intérêt lorsqu'elle est synthétique d'être rapidement appropriée par les décideurs. L'objectif étant d'aider les gestionnaires urbains à prendre des décisions afin de réduire les vulnérabilités, les cartes suivantes permettent de repérer les enjeux majeurs les plus vulnérables sur lesquelles les actions devront être menées en priorité. Nous formulons également quelques propositions. Nous présentons tout d'abord un jeu de cartes dissociant chacune des six formes de vulnérabilité pour les quatre types d'enjeux avant d'en proposer une synthèse.

2.4.1 – Représentation cartographique des vulnérabilités des enjeux majeurs : des situations très contrastées

2.4.1.1 – Les axes routiers : une vulnérabilité fortement hétéroclite, tantôt accentuée par certains facteurs, tantôt compensée

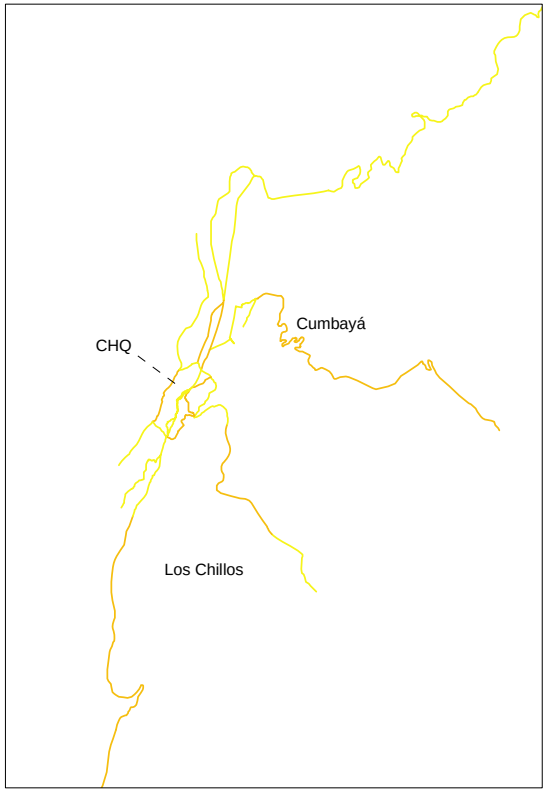
Les axes enjeux majeurs ont une vulnérabilité très variable selon la forme de vulnérabilité étudiée (cartes 50 et 51). Le degré maximal (5) est atteint dans quatre formes (dépendance, exposition, capacité de contrôle, préparation aux crises). Dans le domaine de la dépendance, c'est l'axe du trolley qui ressort comme étant de loin le plus vulnérable. Le trolley dépend fortement de l'électricité pour fonctionner. Ses moteurs sont électriques et le site propre qu'il emprunte est jalonné d'un très grand nombre de feux de signalisation essentiels à la régulation du service par rapport à la circulation automobile. D'autre part, le trolley a impérativement besoin d'un système de communication radiophonique pour fonctionner. Compte tenu de la cadence rapprochée des unités, il lui est difficilement envisageable de circuler sans ce moyen de communication, car dès qu'un contretemps survient (ce qui est fréquent), il faut prévenir l'ensemble du système. Enfin, le site propre dépend plus que les autres voies urbaines de matériaux asphaltiers pour la réfection de sa chaussée. On ne compte plus le nombre de fois où il a fallu refaire l'enrobé sur tout ou partie du parcours du trolley dont la mise en circulation ne remonte qu'à 1996. Comment se fait-il que le revêtement de cet axe enjeu majeur se détériore aussi rapidement ? La qualité du bitume a souvent été mise en cause. Certaines études menées par l'Ecole Polytechnique Nationale montrent que sa teneur en paraffine est très élevée, à cause de la nature même du pétrole extrait en Amazonie équatorienne. Le climat de Quito, généreux en soleil surtout le matin, a tendance à faire

fondre cette substance et à faciliter la déformation du goudron. Les après-midi souvent orageuses contribuent à faire chuter la température. Cette variation de chaleur, couplée au ruissellement de l'eau, déclenche une action mécanique qui craquelle l'asphalte. A cela s'ajoute la pression circulatoire ; le passage de trolley cadencé toutes les deux minutes et surtout la surcharge des unités, notamment aux heures de pointes, accélèrent la détérioration du bitume.

Face à l'exposition aux aléas, aux susceptibilités d'endommagement et de perturbation, nombreux sont les tronçons très fortement vulnérables, notamment en ville. Ceci est dû à la multiplicité des aléas aussi bien physiques qu'anthropiques qui s'y côtoient (cf. supra). En ce qui concerne la capacité de contrôle, cette dernière met en évidence des faiblesses sur les accès à la ville (Panaméricaine Nord et Sud et l'autoroute *Rumiñahui*). En effet, sur ces axes la présence d'agents de circulation y est très clairsemée. Ces axes ne sont pas non plus équipés de système de télésurveillance et leur connexité dans le réseau est très limitée. Ce qui veut dire qu'en cas d'accident, d'interruption du trafic, le temps de réponse pour envoyer des secours va être relativement long et les perturbations de la circulation peuvent être assez conséquentes. D'autre part, l'on remarque que la capacité d'intervention et les plans de préparation aux crises y sont très restreints. Cette lecture croisée entre les différentes formes de vulnérabilité permet donc de faire ressortir les enjeux qui sont vulnérables à plus d'un titre. Elle permet de montrer aussi que certaines vulnérabilités sont compensées par certaines forces. C'est le cas en particulier de la forte dépendance du trolley qui est contrebalancée par le fait que la capacité de contrôle de cet axe est bonne et par le fait qu'il existe des alternatives de fonctionnement (par exemple, le trolley fonctionne aussi au diesel).

Si certaines faiblesses sont difficilement résolubles (comment améliorer l'accessibilité d'un axe majeur dans des secteurs ruraux ou suburbains où le réseau est peu dense ?), les gestionnaires peuvent en revanche intervenir sur d'autres vulnérabilités. L'installation d'une dizaine de caméras vidéo ou la création de postes d'observation (CCO) sur les collines séparant la ville des vallées orientales, permettrait de suivre à distance les conditions de circulation sur les axes périphériques majeurs particulièrement vulnérables et d'aviser rapidement les équipes d'intervention appropriées en cas de problème. Ceci permettrait un gain de temps pour l'envoi des secours. D'autre part, la mise en place d'itinéraires de délestage balisés en cas de fermeture d'un axe enjeu permettrait d'améliorer notablement les conditions de circulation. On pourrait réfléchir sur les alternatives routières en cas de fermeture des axes enjeux majeurs, tronçon par tronçon. De même, certains facteurs accidentogènes, en particulier le transport de produits inflammables, pourraient être davantage réglementés. Une ordonnance municipale pourrait par exemple interdire la livraison de combustibles pendant la journée, ou pendant les heures de pointe.

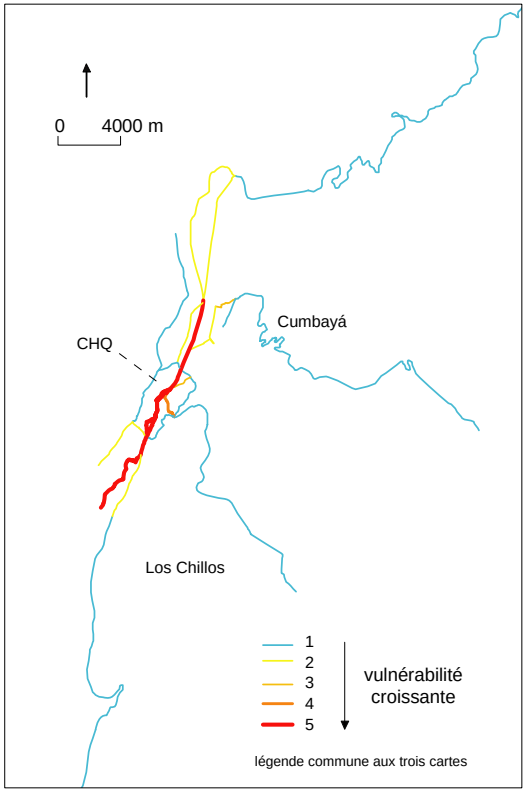
Vulnérabilités intrinsèques du support physique, des flux et du transport



Pris en compte

état du revêtement, fonctionnalité, nombre de systèmes de feux tricolores, pente maximale, sinuosité, remblai, présence de viaduc, ponts ou tunnels, embouteillages quotidiens, degré de pollution lié aux TC, niveau d'accidentalité, perturbations épisodiques, fragilités des TC, dangers lié aux transports de combustibles

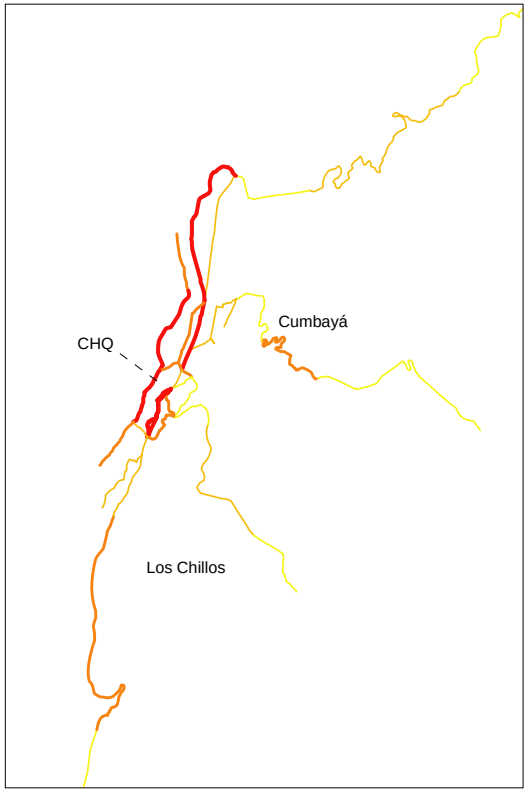
Dépendances



Pris en compte

électricité (feux tricolores + caténaires), bitume (entretien), moyen de communication (radio)

Expositions aux aléas, susceptibilité d'endommagement et de perturbations

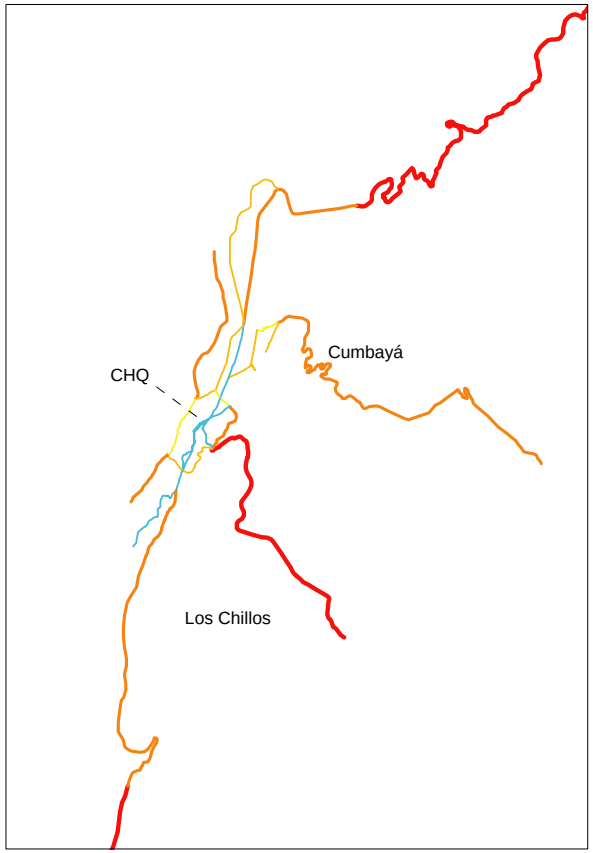


Pris en compte

coulées boueuse, inondations, instabilité des terrains, aléas sismiques, chutes de cendres volcaniques, lahars, coulées pyroclastiques, explosions de produits inflammables

Carte 50 : Degrés synthétiques des trois premières formes de vulnérabilité des axes routiers enjeux majeurs.

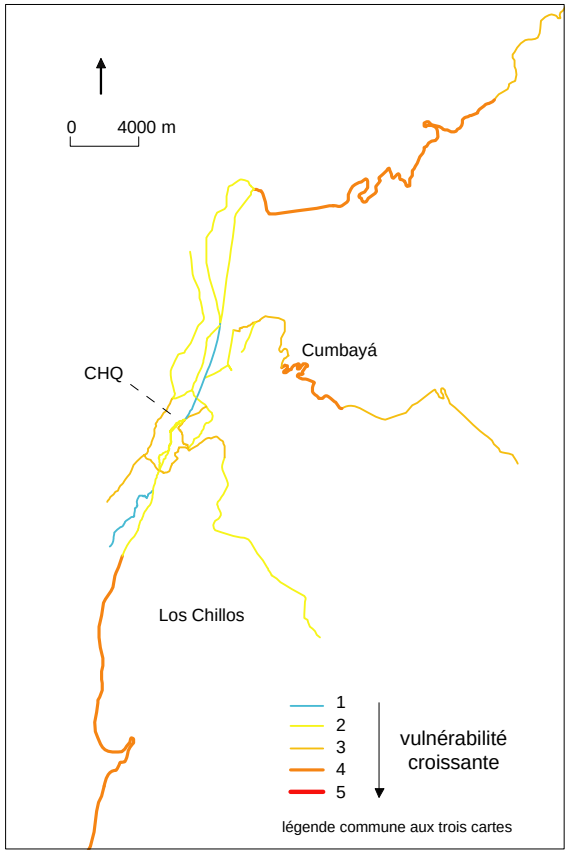
Capacité de contrôle de l'enjeu



Pris en compte

personnel affecté à la gestion du trafic et/ou du TC, moyen de communication, télécontrôle de la signalisation, contrôle par caméra, concession routière, facilité d'accès

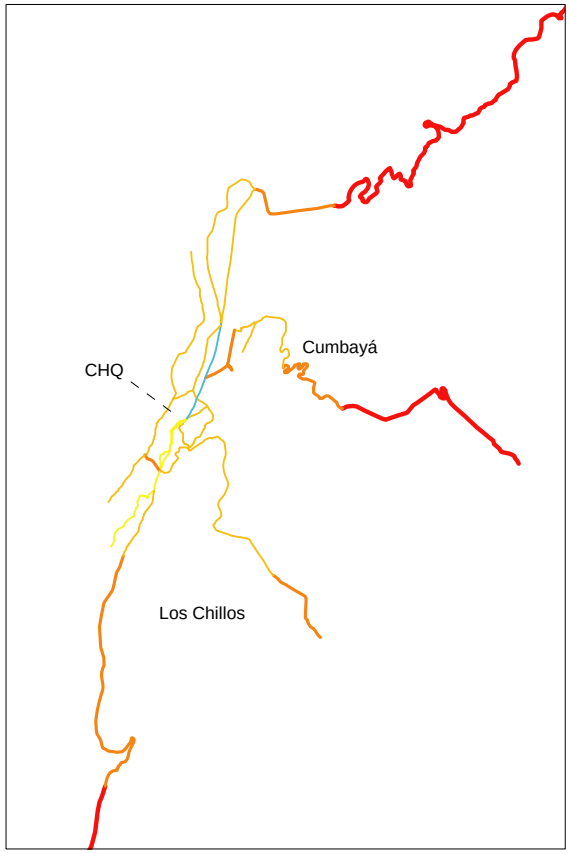
Alternatives de fonctionnement



Pris en compte

Alternative routière, adaptabilité des services de transport, alternative énergétique

Préparation aux situations de crise



Pris en compte

Capacité d'intervention en temps normal, préparation aux crises en général, préparation à des phénomènes spécifiques

Carte 51 : Degrés synthétiques des trois formes de compensation de la vulnérabilité des axes routiers enjeux majeurs.

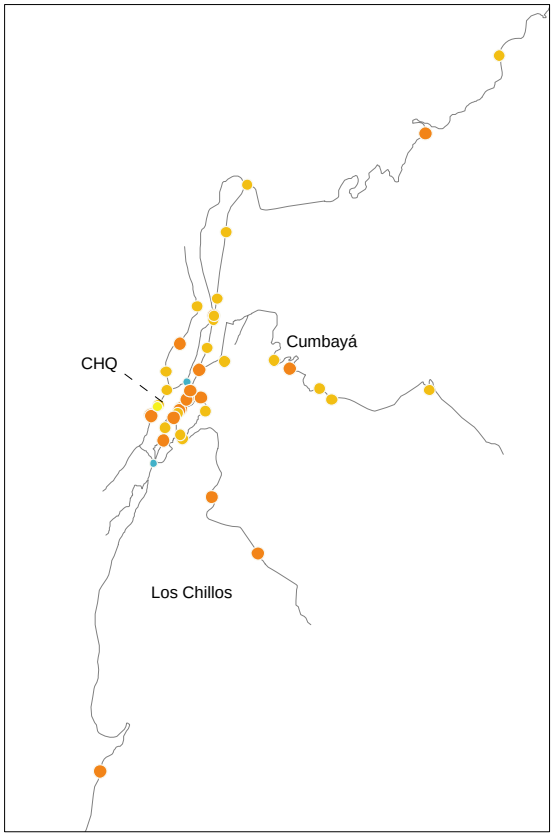
2.4.1.2 – Les ponts : entre une vulnérabilité nulle et une vulnérabilité maximale

Au même titre que celles des axes, les vulnérabilités des « ponts » (ouvrages d'art routiers comportant une section aérienne) sont très hétérogènes d'une forme à l'autre (cartes 52 et 53). La vulnérabilité est nulle en matière de dépendance, car on peut estimer que les ponts de Quito ne dépendent de rien en particulier. Mais dans l'absolu on peut imaginer des formes de dépendance. Ils pourraient dépendre d'un type d'énergie s'il y avait des ponts ouvrants (pont Langlois) au dessus de rivières navigables, ou des systèmes réglant les passages (feux, barrières…) pour les ponts à une seule voie. Mais ce genre de pont n'existe pas à Quito. On peut donc estimer qu'il n'y a pas de vulnérabilité de cette forme. Dans le domaine de la vulnérabilité intrinsèque, la grande majorité des ouvrages est caractérisée par des degrés assez forts ou forts. Cette forme de vulnérabilité renvoie aux endommagements et usures apparentes de la structure, aux matériaux de construction, à la sismo-résistance des ouvrages et aux sols sur lesquels ils sont édifiés. 42 % des ponts laissent apparaître des brèches relativement profondes. Ces fissures témoignent d'un manque d'entretien et renvoie aux matériaux de construction utilisés, tout comme aux sols sur lesquels ils reposent, sols qui ont pu se tasser. Seuls six ouvrages enjeux majeurs sur quarante-trois, sont construits en béton précontraint. Seuls deux ouvrages répondent de façon satisfaisante aux normes de sismo-résistance (échangeurs de la *Villa Flora* et de l'Université Centrale) et quatorze sont situés sur des zones de remblai dont le tassement et le comportement en cas de séisme (amplification des ondes) peuvent être préjudiciables aux ponts.

Face aux aléas, la vulnérabilité des ponts est très faible ou assez faible, en tout cas bien inférieure à celle des axes routiers. Ceci s'explique par le fait que les « ponts » ont une extension spatiale beaucoup plus réduite que les tronçons, ces derniers étant davantage susceptibles d'être concernés par un aléa. Ceci dit, compte tenu de la vulnérabilité intrinsèque relativement élevée des ponts, la survenance d'un aléa même modéré pourrait entraîner des dégâts assez conséquents. Ce constat est d'autant plus préoccupant que de leur côté, les compensations témoignent également de nombreuses faiblesses. Les alternatives routières en cas de destruction d'un ouvrage sont globalement limitées puisqu'elles sont associées à des degrés assez forts ou forts de vulnérabilité. D'autre part, la capacité de contrôle des ouvrages est aussi réduite en dehors de l'espace central et aucun plan de préparation aux crises spécifique aux ponts n'existe. Or, l'effondrement d'un pont peut s'avérer très problématique, certaines accessibilités pouvant être interrompues (quatrième partie).

Les gestionnaires pourraient agir sur différentes vulnérabilités. Par exemple, même si le coût d'un ouvrage en béton précontraint est supérieur à celui d'un ouvrage en béton armé, la résistance du premier au séisme est bien supérieure à celle du deuxième. La mairie pourrait envisager un changement dans le système de construction de ces infrastructures, en attribuant les contrats uniquement aux entreprises qui maîtrisent d'une part les techniques du béton précontraint, permettant de réduire la durée des chantiers, et d'autre part les techniques de sismo-résistance dont les normes sont aujourd'hui bien connues. Par ailleurs, un entretien régulier des ouvrages peu onéreux permettrait d'augmenter leur résilience face aux aléas. La consolidation des infrastructures dont la vulnérabilité intrinsèque est élevée, notamment celles situées sur les accès au district, est également un travail envisageable à court terme. L'installation des caméras mentionnées au préalable permettrait aussi d'améliorer la télésurveillance de ce genre d'ouvrage en dehors de l'espace central. Enfin, la mairie pourrait envisager la constitution d'une équipe spéciale pour intervenir rapidement en cas d'endommagement des infrastructures, en organisant les potentialités actuelles (en réquisitionnant par exemple certaines machines d'entrepreneurs en BTP), en organisant des simulations….

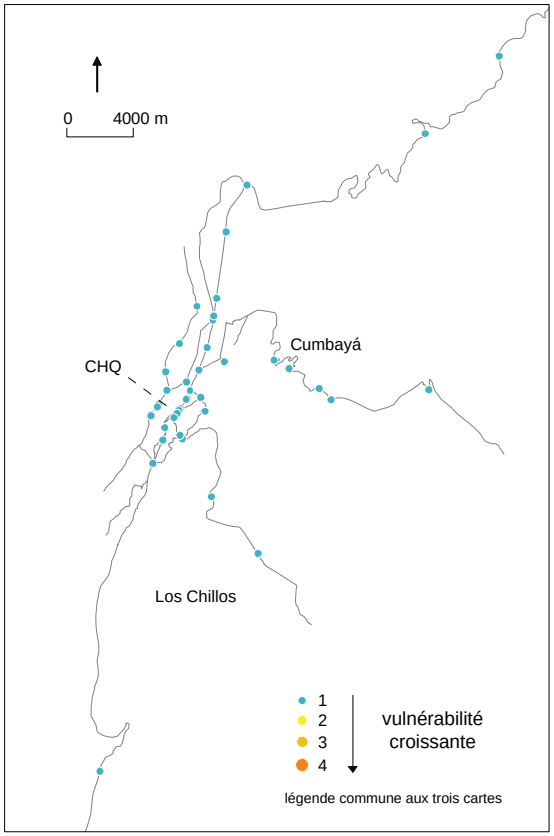
Vulnérabilités intrinsèques liées aux caractéristiques de l'ouvrage et à son lieu d'implantation



Pris en compte

endommagement et usures apparentes de la structures, matériel de construction, sismo-résistance, sols sous-jacents

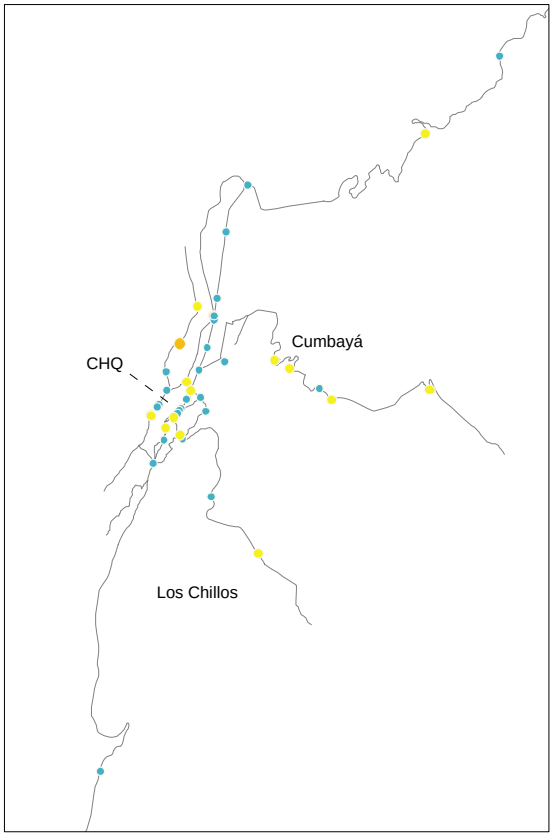
Dépendances



Pris en compte

à Quito, les ponts ne dépendent de rien en particulier, mais dans d'autres villes, ce peut être le cas (par exemple, les ponts Langlois dépendent de l'électricité pour s'ouvrir)

Expositions aux aléas et susceptibilité d'endommagement

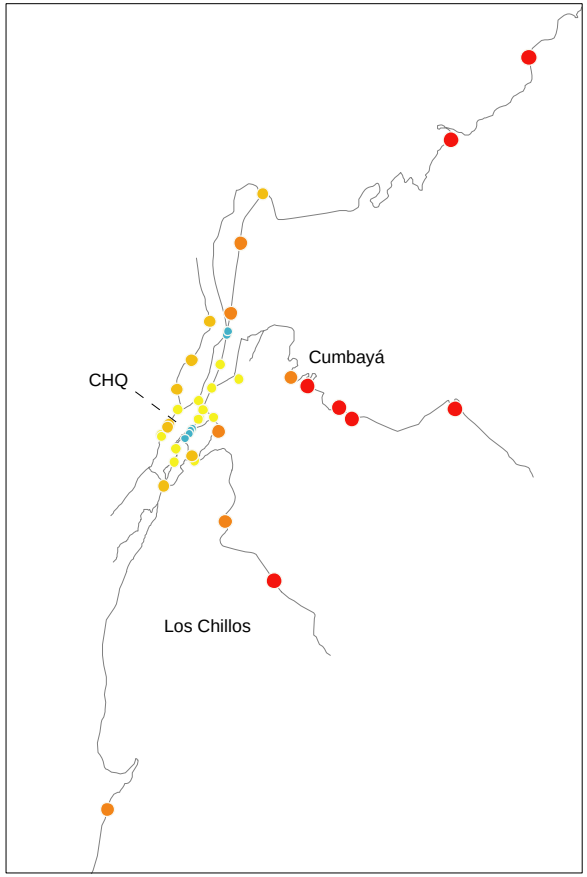


Pris en compte

coulées boueuse, inondations, instabilité des terrains, aléas sismiques, chutes de cendres volcaniques, lahars, coulées pyroclastiques, explosions de produits inflammables

Carte 52 : Degrés synthétiques des trois premières formes de vulnérabilité des ponts enjeux majeurs.

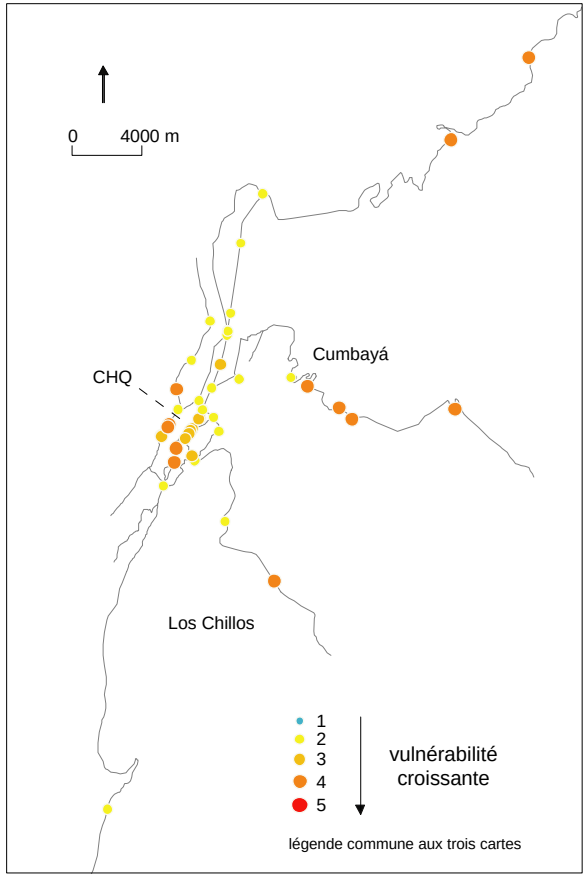
Capacité de contrôle de l'enjeu



Pris en compte

personnel affecté à la gestion du trafic et/ou du TC, contrôle par caméra, facilité d'accès

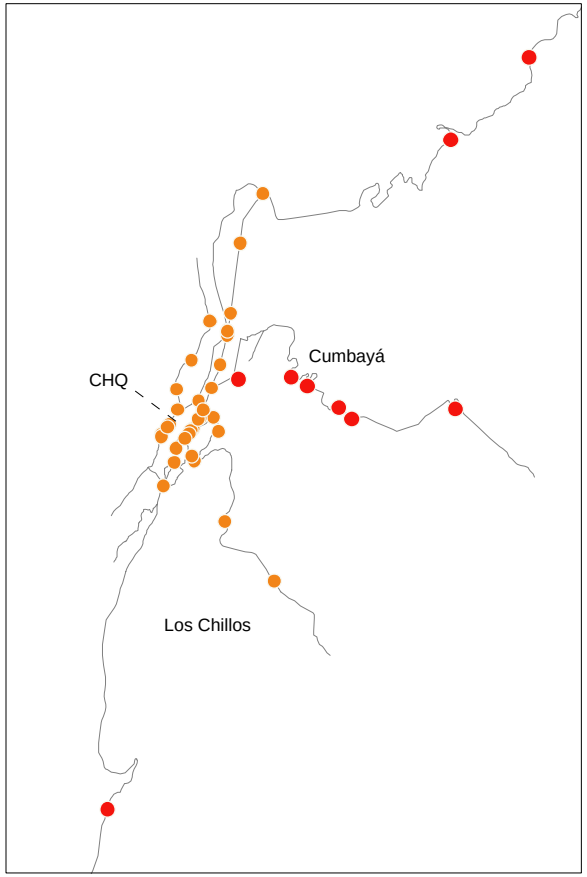
Alternatives de fonctionnement



Pris en compte

Existence d'alternative de contournement proche

Préparation aux situations de crise



Pris en compte

Capacité d'intervention en temps normal, préparation aux crises en général, préparation à des phénomènes spécifiques

Carte 53 : Degrés synthétiques des trois formes de compensation de la vulnérabilité des ponts enjeux majeurs.

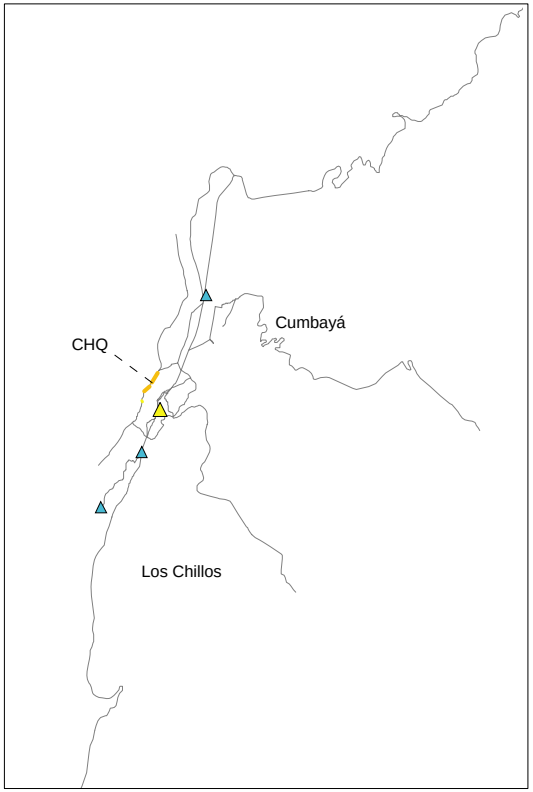
2.4.1.3 – Les centres de transport et les tunnels : un bilan nuancé

Dans aucun domaine, les centres de transport ne possèdent une vulnérabilité maximale (5). C'est dans les domaines des dépendances et de l'exposition aux aléas que les vulnérabilités atteignent les plus hauts niveaux (degré 4). En effet, les centres dépendent fortement du système électrique mais d'un autre côté, tous les centres détiennent des générateurs. En ce sens, ils ne risquent pas, en principe, de connaître de graves problèmes de ce point de vue-là. En revanche, les centres sont assez fortement ou fortement exposés aux aléas et susceptibles de connaître des endommagements. La gare routière est exposée à tous les types d'aléas, explosion de produits dangereux exceptée. Les stations de correspondance du trolley sont surtout concernées par les inondations, les séismes, les chutes de cendres et dans une moindre mesure par l'explosion de produits inflammables. D'autre part, la préparation aux crises est loin d'être optimale (degré 3). Le croisement de ces deux formes (dépendance et exposition aux aléas) nous indique donc que les services de transport en commun sont particulièrement vulnérables. Face à cela, plusieurs actions sont envisageables. Les gestionnaires pourraient se préparer davantage à affronter la survenance d'aléas, aléas qui pourraient faire l'objet d'études plus approfondies centre par centre. Des simulations, des plans d'action face aux différents types de phénomènes pourraient contribuer à surmonter efficacement les crises et à maintenir les services de transport en commun, essentiels à Quito.

En ce qui concerne les tunnels (cartes 54 et 55), ils reflètent une vulnérabilité moyenne dans les trois premières formes (intrinsèque, dépendance, exposition aux aléas). La longueur des tunnels ne dépasse pas 700 mètres, ce qui n'est pas très long comparativement à d'autres tunnels dans d'autres villes. La longueur influence la dangerosité de la circulation et la capacité d'intervention à l'intérieur des tunnels en cas de problème. Plus le tunnel est long, plus les interventions sont délicates. A Quito, l'état du revêtement à l'intérieur des tubes est globalement satisfaisant mais des problèmes d'étanchéité y sont observés (*San Juan* et *San Roque*). De son côté, le tunnel de *San Diego* présente une chaussée en forme de dépression ce qui rend difficile l'évacuation des eaux. Dans les trois tunnels, l'éclairage est satisfaisant mais la ventilation y est déficiente. En ce qui concerne les capacités d'intervention, ces dernières sont globalement correctes (degré « 2 » de vulnérabilité). En effet, l'avenue *Mariscal Sucre* étant la plus empruntée de la ville, les policiers agents de circulation sont très présents aux abords des tunnels (ceci est moins vrai pour le petit tunnel de *San Diego*). Des bornes à incendie sont présentes dans les deux tunnels les plus longs (*San Juan* et *San Roque*). Des passages entre les tubes de ces deux tunnels existent également. Ces passages pourraient s'avérer très utiles pour l'accès des secours car dans aucun tunnel il n'existe de voies qui leur soient réservées[183] (chaque tube comporte deux voies utilisées par la circulation). En revanche, dans le domaine des alternatives de fonctionnement et de préparation aux crises, les vulnérabilités sont les plus fortes (degrés 4 et 5). En effet, nous l'avons vu, il n'existe pas vraiment d'alternative routière proche et satisfaisante pour remplacer la traversée des tunnels. Les deux autres axes majeurs permettant de relier le nord et le sud de la ville se situent de l'autre côté de la ville. D'autre part, ces axes (Avenue *Pichincha* - *La Marín* et Avenues *Quesera del Medio* - *Oriental*) sont déjà saturés en période normale, notamment aux heures de pointe. Enfin, aucune préparation n'existe, ni du côté de la mairie, ni du côté de la police, ni du côté des pompiers.

[183] Si un problème survient dans un tube, les secours pourront toujours y accéder par le biais de l'autre tube qui communique avec le premier grâce aux passages.

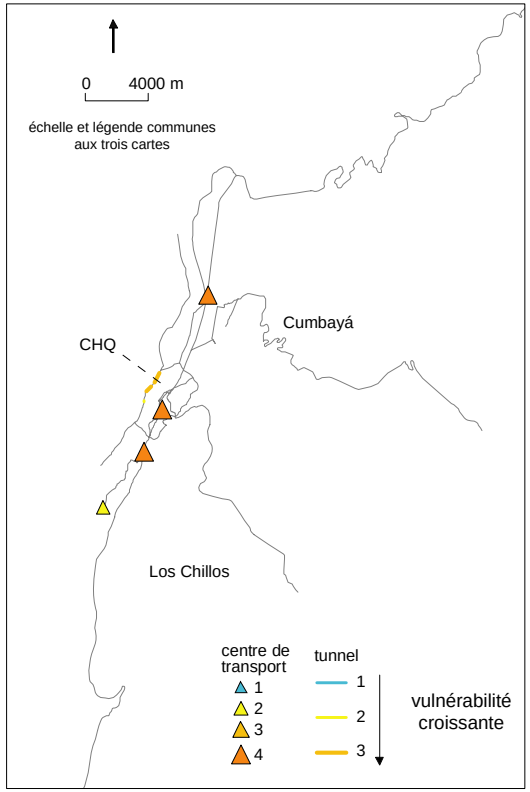
Vulnérabilités intrinsèques liées aux caractéristiques de l'ouvrage et à son lieu d'implantation, à ses équipements



Pris en compte

Tunnels : longueur, état du revêtement, faiblesses dans la construction, éclairage, ventilation, attention nécessaire
Centres de transport : endommagement et usures apparentes, sols sous-jacents (remblai), autres

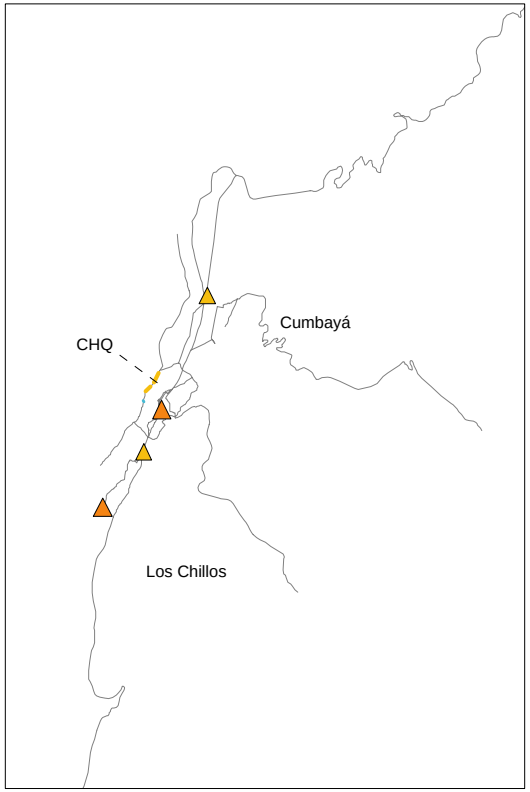
Dépendance



Pris en compte

Tunnels : électricité
Centres de transport : électricité, personnel

Expositions aux aléas, susceptibilité d'endommagement et de perturbations

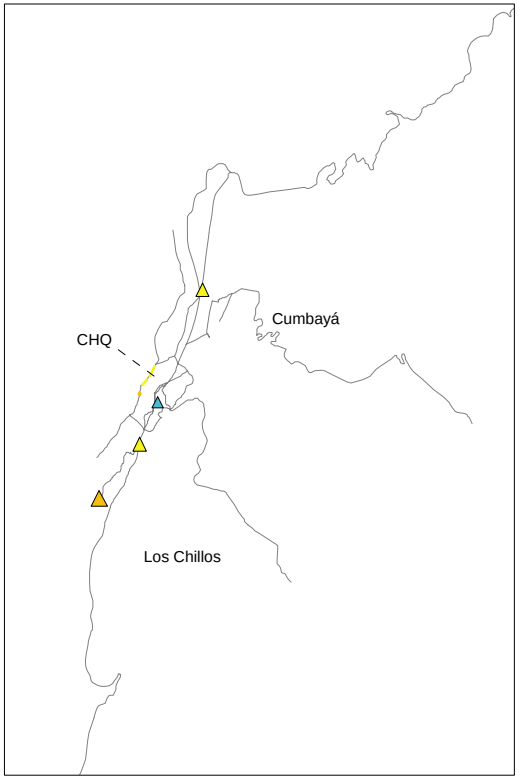


Pris en compte

coulées boueuse, inondations, instabilité des terrains, aléas sismiques, chutes de cendres volcaniques, lahars, coulées pyroclastiques, explosions de produits inflammables

Carte 54 : Degrés synthétiques des trois premières formes de vulnérabilité des tunnels et des centres de transport enjeux majeurs.

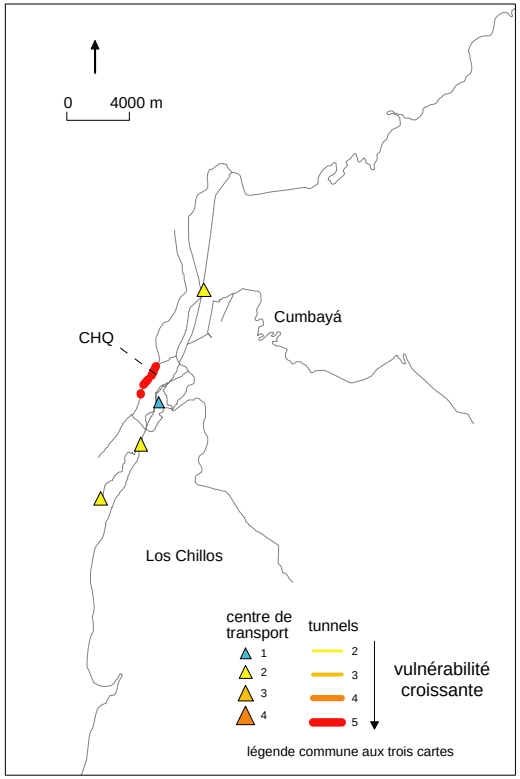
Capacité de contrôle de l'enjeu



Pris en compte

Tunnels : présence de policiers aux entrées, contrôle par caméra, présence de bornes à incendie dans les tubes, communication entre les tubes, existence d'une voie réservée aux secours, facilité d'accès
Centres de transport : degré de présence de personnel sur place, contrôle par caméra, existence de haut-parleurs, facilité d'accès

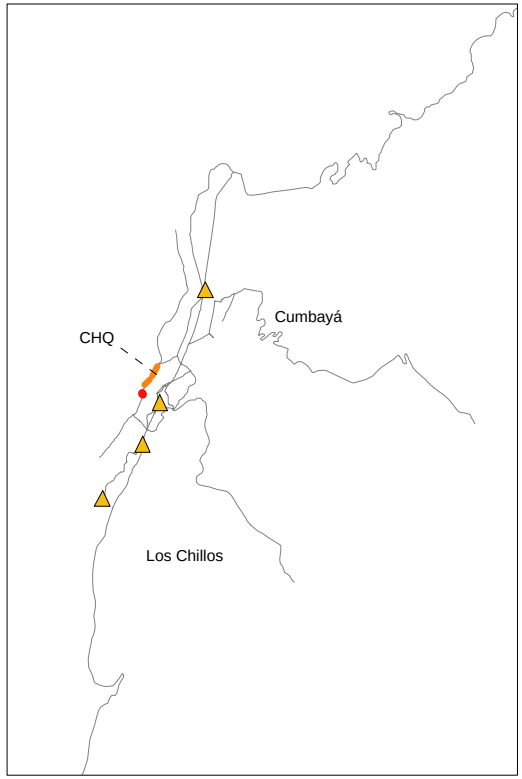
Alternatives de fonctionnement



Pris en compte

Tunnels : alternative routière
Centres de transport : transferabilité, alternative énergétique

Préparation aux situations de crise



Pris en compte

Tunnels et centres de transport : capacité d'intervention en temps normal pouvant servir en période de crise et

Carte 55 : Degrés synthétiques des trois formes de compensation de la vulnérabilité des tunnels et centres de transport enjeux majeurs.

Par ailleurs, si dans le plan de gestion de crise de l'éruption du volcan *Pichincha*, la fermeture des tunnels avait été pensée par principe de précaution, aucun itinéraire de délestage balisé n'y était proposé. Compte tenu des observations préalables, la mairie ou la police pourrait donc envisager d'organiser des circuits bis pour pallier à la fermeture des tunnels. Ces circuits pourraient intégrer des déviations fléchées par exemple aux entrées de la ville ou à des carrefours stratégiques bien avant de déboucher sur les tunnels. Des simulations pourraient être organisées afin de tester l'efficacité de ces circuits. D'autre part, l'existence de ce type de circuits permettrait aux automobilistes et aux opérateurs de transport en commun de ne pas se retrouver dans le désarroi, comme c'est le cas actuellement lorsque la traversée des tunnels est impossible. Les pompiers pourraient profiter de la fermeture des tunnels lors des jours de nettoyage pour procéder à des exercices d'entraînement. Enfin, l'acquisition de combinaisons spéciales et de masques à oxygène augmenterait très fortement leur efficacité et leur sécurité en cas d'incendie dans les tubes.

La représentation cartographique préalable permettant de décliner une à une les six formes de vulnérabilité de chaque enjeu majeur est utile car elle permet une lecture détaillée des vulnérabilités et fournissent aux décideurs urbains des pistes pour y remédier. Si toutes les vulnérabilités ne sont pas facilement résolubles, certaines apparaissent, en revanche, plus facilement surmontables. La lecture croisée des différentes formes de vulnérabilités a permis aussi de mettre en exergue les enjeux qui sont particulièrement vulnérables. Ceci est le cas lorsque les vulnérabilités sont fortes et faiblement compensées. Pour approfondir ce dernier point, l'exercice suivant vise à cumuler les six formes afin de décrypter les enjeux qui sont davantage vulnérables et qui au final pourraient remettre en cause l'accessibilité des espaces enjeux (cf. quatrième partie).

2.4.2 – Synthèse : les accès à la ville et les communications intra-urbaines nord-sud fortement vulnérables

2.4.2.1 – La notion de vulnérabilité synthétique cumulée

L'idée est ici de cumuler les différentes formes de vulnérabilités en vue de faire ressortir les enjeux les plus vulnérables, c'est-à-dire ceux qui sont les plus susceptibles de ne plus fonctionner ou de ne plus assurer leur rôle et de perturber considérablement les dynamiques de mobilité. Le repérage d'une concentration de vulnérabilités sur un enjeu permet de fournir un deuxième type d'information aux décideurs et d'orienter leurs actions prioritaires. Nous avons donc additionné les vulnérabilités afin d'aboutir à un degré synthétique de vulnérabilité cumulée.

2.4.2.2 – Le calcul de la vulnérabilité synthétique cumulée

Ce calcul est basé sur trois étapes : 1 - une pondération des degrés synthétiques cartographiés préalablement, 2 - leur somme et 3 - une nouvelle discrétisation à partir des totaux pour déterminer des degrés synthétiques de vulnérabilité cumulée.

1ère étape : Pondération des degrés synthétiques

Nous considérons que plus la vulnérabilité est élevée, plus elle pénalise ou est susceptible de pénaliser la mobilité. C'est pourquoi nous avons attribué un poids supérieur aux degrés synthétiques les plus forts. Nous avons donc retenu une méthode de pondération des degrés synthétiques par progression géométrique. Cette méthode présente l'intérêt d'accentuer les contrastes entre les enjeux, toujours dans la perspective de décrypter les plus vulnérables[184]. Le tableau 28 détaille la pondération par progression géométrique des degrés synthétiques initiaux.

degrés synthétiques initiaux	degrés synthétiques pondérés
1	1
2	4
3	9
4	16
5	25

Tableau 28 : Pondération des degrés synthétiques de vulnérabilité.

2ème et 3ème étapes : Somme des degrés pondérés et nouvelle discrétisation

Les six degrés synthétiques (associés à chacune des six formes de vulnérabilité) de chaque enjeu, une fois pondérés, ont été additionnés. Les totaux ont ensuite fait l'objet d'une nouvelle discrétisation et nous avons ainsi obtenu des degrés synthétiques de vulnérabilité cumulée. Pour déterminer les classes, nous nous sommes basés sur l'étendue des valeurs observées à Quito. En effet, on peut atteindre une vulnérabilité cumulée très forte, sans nécessairement avoir les six formes associées à des degrés maximums de vulnérabilité. Parfois quelques très fortes vulnérabilités suffisent à rendre l'enjeu très vulnérable. Par exemple, le constat d'un pont ayant une très forte vulnérabilité intrinsèque et étant très fortement susceptible à l'endommagement en cas de séisme est suffisant pour comprendre que cette infrastructure est très fortement vulnérable.

La discrétisation retenue considère des classes ayant comme bornes les discontinuités des valeurs de la série des totaux. D'autre part, nous avons retenu des bornes communes aux quatre types d'enjeux afin de placer les quatre types d'enjeu dans des niveaux comparables entre eux. Nous avons individualisé cinq degrés synthétiques de vulnérabilité cumulée s'échelonnant de 1 (vulnérabilité cumulée nulle ou faible) à 5 (vulnérabilité cumulée très forte). Les tableaux 29, 30, 31 et 32 présentent le détail des calculs et les résultats.

[184] D'autres méthodes ont été testées (produits des degrés synthétiques, simple somme sans pondération, méthode des rangs) mais elles avaient tendance à gommer les contrastes entre enjeux ou à être difficilement reproductibles.

		Récapitulatif des degrés synthétiques des 6 formes de vulnérabilités						Pondération des degrés par progression géométrique							
clef	Dénomination	intrinsèque	dépendance	exposition	capacité de contrôle	alternatives	préparation aux crises	intrinsèque	dépendance	exposition	capacité de contrôle	alternatives	préparation aux crises	Somme des degrés pondérés	Degré synthétique (vulnérabilité cumulée)
2	Panamericana Norte	2	1	3	5	4	5	4	1	9	25	16	25	80	5
10	Panamericana Sur	3	1	2	5	4	5	9	1	4	25	16	25	80	5
5	Interoceánica	3	1	4	4	4	4	9	1	16	16	16	16	74	5
11	Panamericana Sur	3	1	4	4	4	4	9	1	16	16	16	16	74	5
1	Panamericana Norte	2	1	2	5	3	5	4	1	4	25	9	25	68	4
4	Interoceánica	3	1	2	4	3	5	9	1	4	16	9	25	64	4
27	Carlos María de la Torre - Montúfar	2	5	5	1	2	2	4	25	25	1	4	4	63	4
18	10 de Agosto	3	5	5	1	1	1	9	25	25	1	1	1	62	4
26	Pichincha	3	4	4	1	3	3	9	16	16	1	9	9	60	4
20	Mariscal Antonio José de Sucre	2	1	5	4	2	3	4	1	25	16	4	9	59	4
31	Mariscal Antonio José de Sucre	2	2	4	4	3	3	4	4	16	16	9	9	58	4
3	Panamericana Norte	2	1	2	4	4	4	4	1	4	16	16	16	57	4
8	Autopista Rumiñahui	3	1	3	5	2	3	9	1	9	25	4	9	57	4
28	Mariscal Antonio José de Sucre	3	1	5	2	3	3	9	1	25	4	9	9	57	4
12	Diego Vasquez y Prensa	2	2	5	3	2	3	4	4	25	9	4	9	55	4
7	Avenida Rumiñahui	2	1	2	5	2	4	4	1	4	25	4	16	54	4
29	Napo	3	1	4	3	3	3	9	1	16	9	9	9	53	4
9	Autopista Rumiñahui	2	1	2	5	3	3	4	1	4	25	9	9	52	4
19	América	3	2	4	3	2	3	9	4	16	9	4	9	51	4
30	Rodrigo de Chávez	2	2	3	3	3	4	4	4	9	9	9	16	51	4
14	Mariscal Antonio José de Sucre	2	1	4	4	2	3	4	1	16	16	4	9	50	4
6	Interoceánica	3	1	2	4	3	3	9	1	4	16	9	9	48	3
32	Pedro Vicente Maldonado	2	5	3	1	2	2	4	25	9	1	4	4	47	3
13	Galo Plaza Lasso	2	2	3	4	2	3	4	4	9	16	4	9	46	3
17	Shyris	2	2	3	3	2	4	4	4	9	9	4	16	46	3
34	Pedro Vicente Maldonado	2	2	3	4	2	3	4	4	9	16	4	9	46	3
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	2	3	3	2	3	3	4	9	9	4	9	9	44	2
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	2	5	3	1	1	2	4	25	9	1	1	4	44	2
21	Universitaria	2	1	4	3	2	3	4	1	16	9	4	9	43	2
24	Gran Colombia	3	3	2	1	3	3	9	9	4	1	9	9	41	2
25	10 de Agosto	2	5	3	1	1	1	4	25	9	1	1	1	41	2
22	Patria	2	1	4	2	2	3	4	1	16	4	4	9	38	1
23	Velasco Ibarra (Oriental)	2	1	2	4	2	3	4	1	4	16	4	9	38	1
16	Eloy Alfaro	2	1	3	3	2	3	4	1	9	9	4	9	36	1

Tableau 29 : Détermination de la vulnérabilité cumulée des axes routiers enjeux majeurs.
(synthèse établie à partir des six formes de vulnérabilités analysées pour ces enjeux)

		Récapitulatif des degrés synthétiques des 6 formes de vulnérabilités						Pondération des degrés par progression géométrique							
clef	Dénomination	intrinsèque	dépendance	exposition	capacité de contrôle	alternatives	préparation aux crises	intrinsèque	dépendance	exposition	capacité de contrôle	alternatives	préparation aux crises	Somme des degrés pondérés	Degré synthétique (vulnérabilité cumulée)
64	Interoceánica - Río Machángara	4	1	2	5	5	5	16	1	4	25	25	25	96	5
89	Panamericana Norte - Río Guayllabamba	4	1	2	5	5	5	16	1	4	25	25	25	96	5
45	Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	3	1	2	5	5	5	9	1	4	25	25	25	89	5
52	Interoceánica - Río Chiche	3	1	2	5	5	5	9	1	4	25	25	25	89	5
12	Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	4	1	2	5	5	4	16	1	4	25	25	16	87	5
53	Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	3	1	1	5	5	5	9	1	1	25	25	25	86	5
90	Vía a Tabacundo - Río Pisque	3	1	1	5	5	5	9	1	1	25	25	25	86	5
1	Intercambiador de Tambillo	4	1	1	4	2	5	16	1	1	16	4	25	63	4
27	Av. Maldonado y El Sena - Río Machángara	4	1	1	2	5	4	16	1	1	4	25	16	63	4
42	Av. Occidental (El Tejar)	3	1	1	3	5	4	9	1	1	9	25	16	61	4
59	Av. Occidental y La Gasca	3	1	1	3	5	4	9	1	1	9	25	16	61	4
30	Av. Maldonado y 24 de Mayo (Terminal Terrestre)	3	1	2	2	5	4	9	1	4	4	25	16	59	4
68	Interoceánica y Nueva Oriental (Cumbayá)	3	1	2	4	2	5	9	1	4	16	4	25	59	4
41	Av. Occidental y Hno. Miguel	2	1	1	3	5	4	4	1	1	9	25	16	56	4
74	Av. Occidental y Mariana de Jesús	4	1	3	3	2	4	16	1	9	9	4	16	55	4
18	Autopista Rumiñahui - Puente 3 (Guangopolo)	4	1	1	4	2	4	16	1	1	16	4	16	54	4
35	Av. Occidental (bajo el centro popular de San Roque)	4	1	2	2	3	4	16	1	4	4	9	16	50	4
29	Av. Pichincha (entre La Marín y El Trébol)	3	1	2	3	3	4	9	1	4	9	9	16	48	3
34	Avenida Pichincha (La Marín)	4	1	2	1	3	4	16	1	4	1	9	16	47	3
38	Velasco Ibarra y Queseras del Medio (La Vicentina)	3	1	1	4	2	4	9	1	1	16	4	16	47	3
46	Av. 10 de Agosto y Ríofrío	4	1	1	2	3	4	16	1	1	4	9	16	47	3
47	Av. 10 de Agosto y Tarqui	4	1	1	2	3	4	16	1	1	4	9	16	47	3
80	El Labrador	3	1	1	4	2	4	9	1	1	16	4	16	47	3
84	Paso deprimido Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre	3	1	1	4	2	4	9	1	1	16	4	16	47	3
36	Av. Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	4	1	2	2	2	4	16	1	4	4	4	16	45	2
49	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	4	1	2	2	2	4	16	1	4	4	4	16	45	2
65	Av. 6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)	3	1	1	2	2	5	9	1	1	4	4	25	44	2
39	Avenida Pichincha (San Blas)	4	1	1	1	3	4	16	1	1	1	9	16	44	2
40	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia (San Blas)	4	1	1	1	3	4	16	1	1	1	9	16	44	2
79	Av. Occidental y Carvajal (El Bosque)	3	1	2	3	2	4	9	1	4	9	4	16	43	2
48	Av. Patria y 12 de Octubre	4	1	1	2	2	4	16	1	1	4	4	16	42	2
62	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Eloy Alfaro	4	1	1	2	2	4	16	1	1	4	4	16	42	2
78	Inicio de la Av. de La Prensa y América (La Y)	4	1	2	1	2	4	16	1	4	1	4	16	42	2
70	Av. 10 de Agosto y Atahualpa	3	1	1	2	3	4	9	1	1	4	9	16	40	1
88	Carcelén	3	1	1	3	2	4	9	1	1	9	4	16	40	1
50	Paso elevado Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	3	1	2	2	2	4	9	1	4	4	4	16	38	1
37	Av. Pichincha y Oriente (San Blas)	3	1	1	1	3	4	9	1	1	1	9	16	37	1
28	El Trébol	3	1	1	2	2	4	9	1	1	4	4	16	35	1
51	Av. Occidental y Universitaria (Miraflores)	3	1	1	2	2	4	9	1	1	4	4	16	35	1
20	Av. Maldonado y Alonso de Angulo (Villa Flora)	1	1	1	3	2	4	1	1	1	9	4	16	32	1
76	Av. 10 de Agosto (al sur de la Y)	3	1	1	1	2	4	9	1	1	1	4	16	32	1
77	Av. 10 de Agosto (al nivel de la Y)	3	1	1	1	2	4	9	1	1	1	4	16	32	1
55	Av. América (Universidad Central)	1	1	2	2	2	4	1	1	4	4	4	16	30	1

Tableau 30 : Détermination de la vulnérabilité cumulée des ponts enjeux majeurs.
(synthèse établie à partir des six formes de vulnérabilités analysées pour ces enjeux)

		Récapitulatif des degrés synthétiques des 6 formes de vulnérabilités						Pondération des degrés par progression géométrique							
clef	localisation	intrinsèque	dépendance	exposition	capacité de contrôle	alternatives	préparation aux crises	intrinsèque	dépendance	exposition	capacité de contrôle	alternatives	préparation aux crises	Somme des degrés pondérés	Degré synthétique (vulnérabilité cumulée)
1	San Juan	3	3	3	2	5	4	9	9	9	4	25	16	72	5
2	San Roque	3	3	3	2	5	4	9	9	9	4	25	16	72	5
3	San Diego	2	2	1	3	5	5	4	4	1	9	25	25	68	4

Tableau 31 : Détermination de la vulnérabilité cumulée des tunnels enjeux majeurs.
(synthèse établie à partir des six formes de vulnérabilités analysées pour ces enjeux)

		Récapitulatif des degrés synthétiques des 6 formes de vulnérabilités						Pondération des degrés par progression géométrique							
clef	nom	intrinsèque	dépendance	exposition	capacité de contrôle	alternatives	préparation aux crises	intrinsèque	dépendance	exposition	capacité de contrôle	alternatives	préparation aux crises	Somme des degrés pondérés	Degré synthétique (vulnérabilité cumulée)
4	Gare routière de Cumandá	2	4	4	1	1	3	4	16	16	1	1	9	47	3
1	Station Norte	1	4	3	2	2	3	1	16	9	4	4	9	43	2
2	Station El Recreo	1	4	3	2	2	3	1	16	9	4	4	9	43	2
3	Station Morán Valverde	1	2	4	3	2	3	1	4	16	9	4	9	43	2

Tableau 32 : Détermination de la vulnérabilité cumulée des centres de transport enjeux majeurs.
(synthèse établie à partir des six formes de vulnérabilités analysées pour ces enjeux)

Le tableau suivant (tableau 33) reprend les équivalences entre les classes des sommes de degrés pondérés et les degrés synthétiques de vulnérabilité cumulée:

classes des sommes des degrés pondérés	degrés synthétiques (vulnérabilité cumulée)
[30 ; 41 [	1
[41 ; 46 [	2
[46 ; 49 [	3
[49 ; 70 [	4
[70 ; 97 [	5

Tableau 33 : Equivalences entre les sommes des degrés pondérés et les niveaux de vulnérabilité cumulée.

Les vulnérabilités cumulées ont ensuite fait l'objet d'une représentation cartographique.

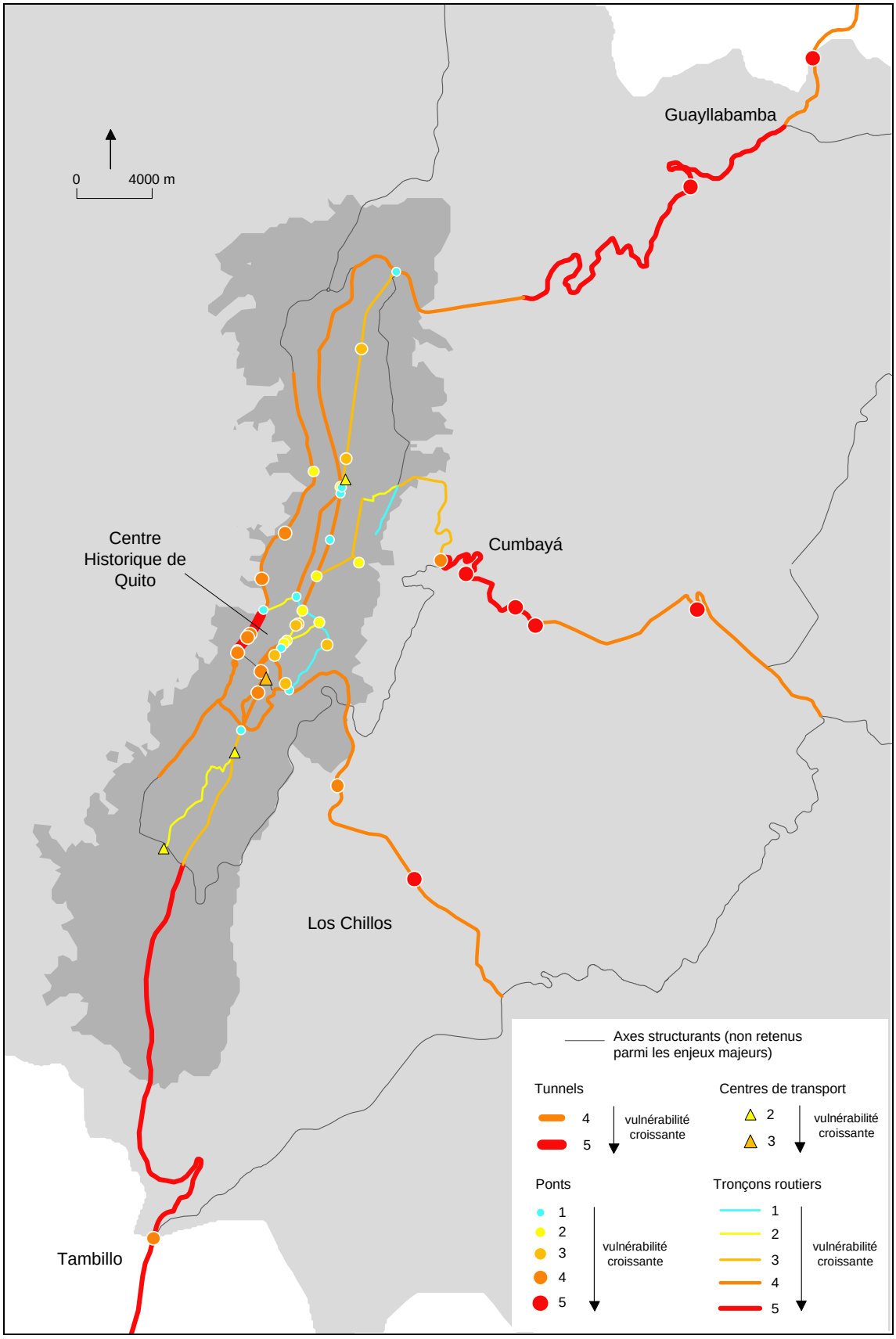
2.4.2.3 – Carte de la vulnérabilité cumulée des enjeux de la mobilité

Comparativement aux autres enjeux, les centres de transport ressortent de l'analyse comme étant les moins vulnérables puisqu'ils n'atteignent pas de vulnérabilité cumulée forte ou très forte (cf. carte 56). Ceci est dû au fait que dans trois formes sur six (intrinsèque, capacité de contrôle et alternatives), les centres sont plutôt bien placés puisqu'ils n'enregistrent pas de vulnérabilité forte ou très forte. D'autre part, dans aucune forme de vulnérabilité les centres n'atteignent des degrés maximaux. En revanche, parmi les enjeux relevant de l'appareil circulatoire (axes, ponts, tunnels), les niveaux « fort » et « très fort » de vulnérabilité cumulée sont atteints. Ceci s'explique par le fait que les degrés synthétiques maximums sont atteints dans deux formes pour les tunnels et ponts enjeux, et dans quatre formes pour les axes enjeux. Les vulnérabilités cumulées maximales des axes (degré 5) se rencontrent au niveau des accès à la ville (Panaméricaine Nord, *Interoceánica*, Panaméricaine Sud). De son côté, l'autoroute *Rumiñahui* est associée à une vulnérabilité cumulée forte (degré 4). Ces fortes vulnérabilités reflètent le cumul sur ces axes d'une exposition aux aléas qui peut être forte, d'une faible capacité de contrôle, d'alternatives routières souvent réduites, et d'absence de préparation aux crises. En ce qui concerne les ponts, les plus vulnérables se rencontrent également dans les parties suburbaines le long de la Panaméricaine Nord, de la *Interoceánica* et de l'autoroute *Rumiñahui*. Ces ponts associent une assez forte ou forte vulnérabilité intrinsèque et une capacité de contrôle très réduite. Ils sont généralement « incontournables », c'est-à-dire que les alternatives routières sont très limitées. Enfin, comme pour l'ensemble des ponts du district, il n'existe aucun type de préparation pour affronter les crises. En ce qui concerne les tunnels, les deux plus longs (*San Juan* et *San Roque*) sont très fortement vulnérables (degré 5) et le plus court (*San Diego*) est fortement vulnérable (degré 4). Les tunnels font état d'une vulnérabilité très forte ou forte aussi bien en ce qui concerne les alternatives de fonctionnement, que la préparation aux crises, quasi-inexistante (cf. supra). Le tableau 34 reporte les enjeux qui détiennent une vulnérabilité cumulée très forte (degré 5).

clef	Dénomination, localisation	type d'élément	vulnérabilité cumulée
2	Panamericana Norte	tronçon routier	5
10	Panamericana Sur	tronçon routier	5
5	Interoceánica	tronçon routier	5
11	Panamericana Sur	tronçon routier	5
64	Interoceánica - Río Machángara	pont	5
89	Panamericana Norte - Río Guayllabamba	pont	5
45	Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	pont	5
52	Interoceánica - Río Chiche	pont	5
12	Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	pont	5
53	Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	pont	5
90	Vía a Tabacundo - Río Pisque	pont	5
1	San Juan	tunnel	5
2	San Roque	tunnel	5

Tableau 34 : Enjeux majeurs les plus vulnérables (vulnérabilité cumulée).

Cette analyse a donc permis de repérer les enjeux qui cumulent les plus fortes vulnérabilités et qui s'avèrent au final globalement les plus vulnérables. Cette sélection d'enjeux très vulnérables vise à proposer aux gestionnaires des objets sur lesquels leurs actions devraient être prioritaires pour améliorer les conditions de circulation aux quotidiens et surtout pour éviter de graves perturbations des dynamiques de mobilité en cas de survenance d'aléas, perturbations que nous mettons en évidence en quatrième partie).



Carte 56 : Synthèse : vulnérabilité cumulée des enjeux majeurs de la mobilité.

La carte précédente montre que ce sont les accès à la ville et les communications nord –sud, (compte tenu de la vulnérabilité des tunnels) qui ressortent comme étant au final très fortement vulnérables et sur lesquelles les autorités locales devraient orienter leur actions prioritaires.

Conclusion

L'objectif de cette troisième partie a été de comprendre quelles sont les diverses formes de vulnérabilité du système de mobilité du district métropolitain de Quito et quels sont les enjeux majeurs les plus vulnérables sur lesquels l'action des gestionnaires devrait être prioritaire.

Cette analyse ciblée sur les enjeux présente plusieurs intérêts méthodologiques et opérationnels. Tout d'abord, dans une perspective d'optimisation de réduction des risques compte tenu de la capacité financière relativement restreinte de la ville de Quito, il paraissait pertinent de se focaliser sur les structures essentielles, c'est-à-dire sur celles dont l'endommagement serait le plus préjudiciable pour le système urbain, et qu'il faut par conséquent protéger ou épargner à tout prix. D'autre part, analyser la vulnérabilité des enjeux du système urbain présente un avantage méthodologique dans la mesure où il est impossible de procéder à des analyses exhaustives notamment lorsque l'on travaille dans une grande ville, compte tenu de la durée généralement courte des programmes de recherches (dans notre cas, quatre ans). Enfin, les enjeux identifiés à l'échelle de l'agglomération, sont des objets d'un intérêt commun (routes, hôpitaux, patrimoine..) familiers aux gestionnaires municipaux ou privés sur lesquels ces derniers ont directement prise, que ce soit pour leur administration en temps normal ou pour leur gestion en période de crise. A partir de là, nous avons développé dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le DMQ » une méthode basée sur l'analyse de six formes de vulnérabilités, afin d'essayer de tenir compte aussi bien des facteurs pénalisants ou défavorables que des facteurs de compensation, permettant de pallier aux faiblesses des enjeux. Nous avons retenu comme formes de vulnérabilité : (1) la vulnérabilité intrinsèque, (2) la dépendance et (3) l'exposition aux aléas ; et comme formes de compensation, (1) la capacité de contrôle, (2) les alternatives et (3) la préparation aux crises.

Si dans les études classiques, l'aléa constitue une composante isolée du risque, dans notre travail nous considérons l'exposition aux aléas comme une forme de vulnérabilité à part entière. En effet, d'une manière générale, dans les pays du sud, l'extension spatiale et la gravité des phénomènes dommageables d'origine naturelle ne sont que partiellement connues. Ceci renvoie à une forme de vulnérabilité du système de surveillance et de prévention des phénomènes dommageables. Faute d'information suffisante, et faute d'une perception du risque aussi bien par les pouvoirs locaux que par les sociétés civiles en général, il n'y a pas toujours le choix concerté, en toute connaissance de cause, d'exposer un enjeu à la perte dans l'espoir d'un gain. Par ailleurs, de multiples aléas ont pour base des phénomènes physiques extérieurs à la société mais ce sont les processus d'urbanisation qui créent les conditions de l'endommagement.

Pour tenir compte de sa complexité, la vulnérabilité des enjeux majeurs du système de transport a donc été analysée dans chacune des six formes à partir d'un vaste panel d'informations primaires (récupération d'informations brutes, constitution de certaines données, entretiens auprès des gestionnaires). On ne peut toutefois pas analyser les vulnérabilités des différents enjeux majeurs à partir des mêmes critères et on ne peut pas utiliser les mêmes documents ou s'adresser aux mêmes interlocuteurs pour être renseigné sur les six formes de vulnérabilités relatives aux divers enjeux. Nous avons donc singularisé parmi les enjeux majeurs quatre grands types, en fonction de leur nature, de leurs caractéristiques, de leur rôle ; il s'agit (1) des axes routiers, (2) des ponts, (3) des tunnels et (4) des centres de transport. D'autre part, dans notre étude, les critères retenus font référence à plusieurs échelles systémiques. Ils renvoient tantôt à des vulnérabilités relatives à l'ensemble des systèmes sur lesquels repose la mobilité (le système institutionnel, le système d'infrastructures routières, le système d'offre de transport, analysés en première partie), tantôt à des systèmes connexes (système électrique, système d'approvisionnement en combustibles), tantôt à des vulnérabilités inhérentes aux enjeux matériels du système de mobilité.

Pour chaque type d'enjeu, pour chacune des six formes, nous avons identifié un ensemble de facteurs de vulnérabilité. Si de nombreux facteurs ont pu être complétés directement à partir de l'information primaire, l'usage du SIG s'est avéré nécessaire pour en renseigner de nombreux autres par le biais de certains traitements recourant à la dimension spatiale des phénomènes. Dans le SIG « Savane », nous avons utilisé une série de requêtes topologiques qui ont servi pour mesurer les caractéristiques des objets (pentes, longueur, sinuosité), mesurer les distances (éloignement par rapport aux zones d'intervention des pompiers, évaluation des détours nécessaires en cas de défaillance d'un élément …), déterminer l'accessibilité des enjeux au regard du réseau viaire, recouper la localisation des enjeux avec des phénomènes spatialisés (embouteillages, itinéraires de circulation des produits dangereux, zone de gestion des feux tricolores, remblai, exposition aux aléas…). Le district de Quito est exposé à tous les types d'aléas d'origine naturelle observés à l'échelle nationale (séisme, mouvement en masse, éruption volcaniques), inondations fluviales exceptées. Dans le passé, la région de Quito a fréquemment été affectée par des processus physiques d'endommagement majeurs aux effets qui ont été parfois dévastateurs (éruption du *Cotopaxi* en 1877, par exemple). La plupart des phénomènes générateurs de dommages connus (aléa d'origine naturelle et anthropique) ont été retenus dans notre analyse.

Chaque facteur (variable ou indicateur) pour chaque enjeu a été renseigné dans les six formes de vulnérabilité. Ces renseignements ont été convertis en niveaux de vulnérabilités associés à des valeurs. Plus la vulnérabilité est forte, plus l'enjeu reçoit une valeur élevée. Une vulnérabilité nulle est associée à la valeur zéro. Ces valeurs ont ensuite été additionnées pour aboutir à cinq degrés synthétiques de vulnérabilité. Ce travail nous a permis de comparer les vulnérabilités des différents enjeux entre eux et de faire ressortir ceux qui sont les plus vulnérables dans chacune des six formes. Cet exercice a également permis de positionner la vulnérabilité des enjeux de la mobilité du district par rapport à une vulnérabilité que l'on pourrait rencontrer dans d'autres villes. En effet, les situations les pires ou les meilleures ne se rencontrent pas toutes à Quito.

Les degrés synthétiques de vulnérabilité ont ensuite fait l'objet d'une représentation cartographique qui permet une vision synoptique facilement intelligible. Cette représentation permettant de décliner une à une les six formes de vulnérabilité de chaque enjeu majeur, est utile car elle permet une lecture détaillée des vulnérabilités et fournit aux décideurs urbains des pistes pour y remédier. Si toutes les vulnérabilités ne sont pas facilement résolubles, certaines apparaissent, en revanche, plus facilement surmontables. La lecture croisée des différentes formes de vulnérabilités a permis aussi de mettre en exergue les enjeux qui sont particulièrement vulnérables (ceci est le cas lorsque les vulnérabilités sont fortes et faiblement compensées) et pour lesquels nous avons formulé quelques propositions. Nous avons donc cumulé les six formes afin de décrypter les enjeux les plus vulnérables, c'est-à-dire ceux qui sont les plus susceptibles de ne plus fonctionner ou de ne plus assurer leur rôle et de perturber considérablement les dynamiques de mobilité. L'addition des vulnérabilités a permis d'aboutir à une vulnérabilité cumulée, qui a été cartographiée. Il est ressorti de cette analyse que comparativement aux autres enjeux, les centres de transport figurent comme étant les moins vulnérables puisqu'ils n'atteignent pas de vulnérabilité cumulée « forte » ou « très forte ». En revanche, parmi les enjeux relevant de l'appareil circulatoire (axes, ponts, tunnels), les niveaux « fort » et « très fort » de vulnérabilité cumulée sont atteints, au niveau des accès à la ville et au niveau des tunnels. Cette analyse montre que ce sont l'accessibilité de la ville et les communications urbaines nord–sud qui ressortent comme étant au final très fortement vulnérables. Treize enjeux majeurs très fortement vulnérables ont ainsi été identifiés. C'est sur cette sélection d'enjeux très vulnérables que l'action des gestionnaires devrait être prioritaire pour améliorer les conditions de circulation aux quotidiens et surtout pour éviter de graves perturbations des dynamiques de mobilité en cas de survenance d'aléas.

La question que l'on se pose à ce stade est de savoir quelles sont les implications des vulnérabilités des enjeux majeurs pour le fonctionnement du district. En d'autres termes, quels espaces sont particulièrement vulnérables compte tenu des vulnérabilités des enjeux majeurs du transport et quels sont les risques encourus par le district ?

QUATRIEME PARTIE

IV – De la vulnérabilité des enjeux majeurs de mobilité aux risques encourus par le District Métropolitain de Quito 265

1 – Un nécessaire recours à la notion d'accessibilité pour la compréhension des risques 265

1.1 – Accès aux espaces supports d'enjeux majeurs et risques 265

1.1.1 – L'essentialité des accès aux espaces supports d'enjeux.…..... 265

1.1.2 – … accès dont la remise en cause laisse présager des risques 265

1.2 – Les communications en temps habituel à l'intérieur de l'agglomération : le poids d'un site contraignant 266

1.2.1 – Un site particulièrement défavorable à la circulation, accentué par des barrières liées à des aménagements urbains 266

1.2.1.1 – Un difficile accès à la ville compte tenu des dénivelés 267
1.2.1.2 – Une circulation urbaine achoppant sur des obstacles naturels et anthropiques 270

1.2.2 – Synthèse : une première approche nécessaire mais non suffisante 271

1.3 – Définition et méthode d'évaluation de l'accessibilité des lieux : un nécessaire découpage du district en zones indexées sur le réseau routier 271

1.3.1 – L'accessibilité : degré de facilité avec lequel on peut atteindre un lieu..... 271

1.3.2 – Découpage du district en zones indexées sur le réseau routier : utilité, méthode et cartes 272

2 – Evaluation de l'accessibilité des différents sous-espaces géographiques du district 275

2.1 – L'accessibilité en temps habituel : méthode d'évaluation et cartographie 275

2.2 – Accessibilité des zones en cas de défaillance des éléments enjeux majeurs de la mobilité les plus vulnérables 280

2.2.1 – Une analyse de réduction de l'accessibilité basée sur les enjeux majeurs de la mobilité les plus vulnérables 280

2.2.2 – Réduction de l'accessibilité selon la logique endotrope de proximité compte tenu de la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité 281

2.2.3 – Réduction de l'accessibilité selon la logique centripète (accès à la ville) compte tenu de la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité 285

2.2.3.1 – Principe et méthode de calcul 285
2.2.3.2 – Incidence de la fermeture d'un axe 286
2.2.3.3 – Incidence de la fermeture simultanée des cinq axes 290

2.3 – Synthèse : de la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité à la vulnérabilité de l'accessibilité 295

3 – Vulnérabilité de l'accessibilité, enjeux et risques 296

3.1 – Principe et méthode d'évaluation des risques à partir de la vulnérabilité de l'accessibilité et de la localisation des enjeux 296

3.1.1 – Types d'enjeux et échelles 296

3.1.1.1 – Enjeux de fonctionnement, de crise et de récupération 296
3.1.1.2 – Enjeux et échelles 296

3.1.2 – Localisation des enjeux et accessibilité : identification des configurations à risque 297

3.2 – Isolement, enjeux de proximité et risques dans le District Métropolitain de Quito 298

3.2.1 – Principe et critères retenus 298

3.2.2 – Méthode d'analyse et cartographie 298

3.2.3 – Réflexions sur les risques encourus 302

3.3 – Isolement, enjeux majeurs du fonctionnement et risques dans le District Métropolitain de Quito 303

3.3.1 – Principe, méthode d'analyse et cartographie 303

3.3.2 – Réflexions sur les risques encourus 305

3.3.2.1 – Perte d'accessibilité des enjeux et risques encourus 305
3.3.2.2 – Défaillance des enjeux, perte d'accessibilité et risques encourus 305
3.3.2.3 – Perte d'accessibilité et échelle de risques 306

3.4 – Détours, enjeux majeurs, dépendance vis-à-vis des communications et risques dans le District Métropolitain de Quito 308

3.4.1 – Principe, méthode d'analyse et cartographie 308

3.4.2 – Réflexions sur les risques encourus 310

Conclusion 313

IV – De la vulnérabilité des enjeux majeurs de mobilité aux risques encourus par le District Métropolitain de Quito

L'objectif de cette quatrième partie est de proposer quelques réflexions sur les risques encourus par le système territorial métropolitain de Quito à partir de la question de la mobilité. Quelle va être notre démarche pour les évaluer ? Comment à partir des enseignements tirés de l'analyse de la vulnérabilité des enjeux majeurs du système de mobilité peut-on comprendre les risques ? Quels sont les risques encourus par le district ?

1 – Un nécessaire recours à la notion d'accessibilité pour la compréhension des risques

1.1 – Accès aux espaces supports d'enjeux majeurs et risques

1.1.1 – L'essentialité des accès aux espaces supports d'enjeux…

La mobilité, les échanges sont le moteur d'une ville. Les communications ponctuent l'organisation de la société urbaine et participent aux relations sociales et au déroulement des activités. Cette constatation est indéniable mais par rapport à notre problématique, nous considérons que c'est surtout l'accès aux espaces supports d'enjeux majeurs qui s'avère essentiel au fonctionnement et au développement de la ville. En effet, le fonctionnement d'un système territorial (urbain) repose sur tout un ensemble d'enjeux (en dehors de ceux concernant la mobilité proprement dite), relevant de différents domaines (santé, éducation, économie …) qui doivent être accessibles pour être fonctionnels. Dans le cas du District Métropolitain de Quito, ces enjeux majeurs pour le fonctionnement ont été identifiés, localisés et présentés dans l'ouvrage : « *Los Lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito* » (R. D'ERCOLE, P. METZGER, 2002). Il s'agit de certains hôpitaux, de certains éléments du système électrique, de certains éléments du système d'adduction d'eau, de certaines entreprises, etc…

1.1.2 – … accès dont la remise en cause laisse présager des risques

La remise en cause de l'accès aux espaces supports d'enjeux majeurs laisse pressentir certains risques. En effet, l'impossibilité d'accéder aux espaces enjeux, durant un temps plus ou moins prolongé, peut compromettre le fonctionnement même des enjeux et c'est l'ensemble du système territorial qui peut en pâtir. Par exemple, si une entreprise importante se retrouve isolée, son fonctionnement s'en trouvera gravement atteint. Les entreprises amont qui la fournissent, et les entreprises aval qui en dépendent, connaîtront également des perturbations. Des employés pourront se retrouver au chômage, des revenus disparaîtront et l'économie de la ville pourra s'en trouver affectée. Ceci met en évidence des répercussions en chaîne à l'échelle d'un système. De même, l'impossibilité d'atteindre un grand centre hospitalier pourra réduire l'efficacité des secours et porter préjudice aux victimes.

Dans cette partie, nous associons donc le risque aux conséquences négatives envisageables compte tenu des problèmes d'accès aux espaces enjeux. Ces conséquences (victimes, dommages, dysfonctionnements, pénuries, manque à gagner…) relèvent du domaine des potentialités. « *A la différence d'une catastrophe…* -concrétisation d'un phénomène générateur de dommages et/ou de dysfonctionnements-, *…le risque constitue une potentialité : la possibilité de survenue d'un événement à l'origine de conséquences. Dans certains cas, cette possibilité ou potentialité peut être traduite en probabilités. Le risque réunit donc deux acceptions : une probabilité et des conséquences. Ces dernières peuvent être positives comme négatives, même si ce sont les conséquences négatives qui sont le plus souvent considérées dans les analyses de risque* »[185].

Un secteur peut être habituellement très accessible mais peut voir son accessibilité fortement compromise en cas de crise, par exemple si ses voies d'accès subissent des dommages (destruction d'un pont, déversement de terre sur la chaussée…). La remise en question de l'accès à un secteur est d'autant plus pénalisante pour la ville, que l'espace en question comporte de nombreux enjeux majeurs. Ceci dit, déjà en temps normal, des problèmes de communication sont observables et peuvent handicaper le fonctionnement d'un système territorial. Nous nous attachons donc à mesurer tout d'abord les difficultés à communiquer au sein de l'agglomération de Quito en période habituelle.

1.2 – Les communications en temps habituel à l'intérieur de l'agglomération : le poids d'un site contraignant

Nous entendons par « conditions habituelles », les périodes « normales » du fonctionnement du système territorial (qui peuvent comporter de petites perturbations passagères), c'est-à-dire la situation quotidienne ordinaire que nous opposons à la période de crise associée à une situation d'urgence occasionnelle impulsée par la survenue d'un évènement majeur dommageable, situation au cours de laquelle le système territorial entre dans un mode de fonctionnement inhabituel.

1.2.1 – Un site particulièrement défavorable à la circulation, accentué par des barrières liées à des aménagements urbains

Le site du district de Quito, assise physique du réseau routier, comporte des caractéristiques particulièrement défavorables à la circulation : de fortes dénivelées, une physionomie longitudinale (ville), une fragmentation topographique lié à certains obstacles orographique (*Panecillo*) et hydrographique (*Río Machángara*) accentués par certaines barrières anthropiques (aéroport, parc *La Carolina*, Centre Historique). Cette configuration du réseau contribue à réduire sa connexité, à limiter sa connectivité et en conséquence à allonger les distances. La carte 57 montre, tout d'abord, que l'agglomération est délimitée à l'est et à l'ouest par deux ensembles montagneux dépassant 3000 m d'altitude. A l'ouest, les massifs du *Casitagua, Pichincha et Atacazo* constituent une véritable barrière de près de 55 km. de

[185] D'après R. D'ERCOLE, Contribution à la définition des mots de l'environnement urbain – IRD, 2003

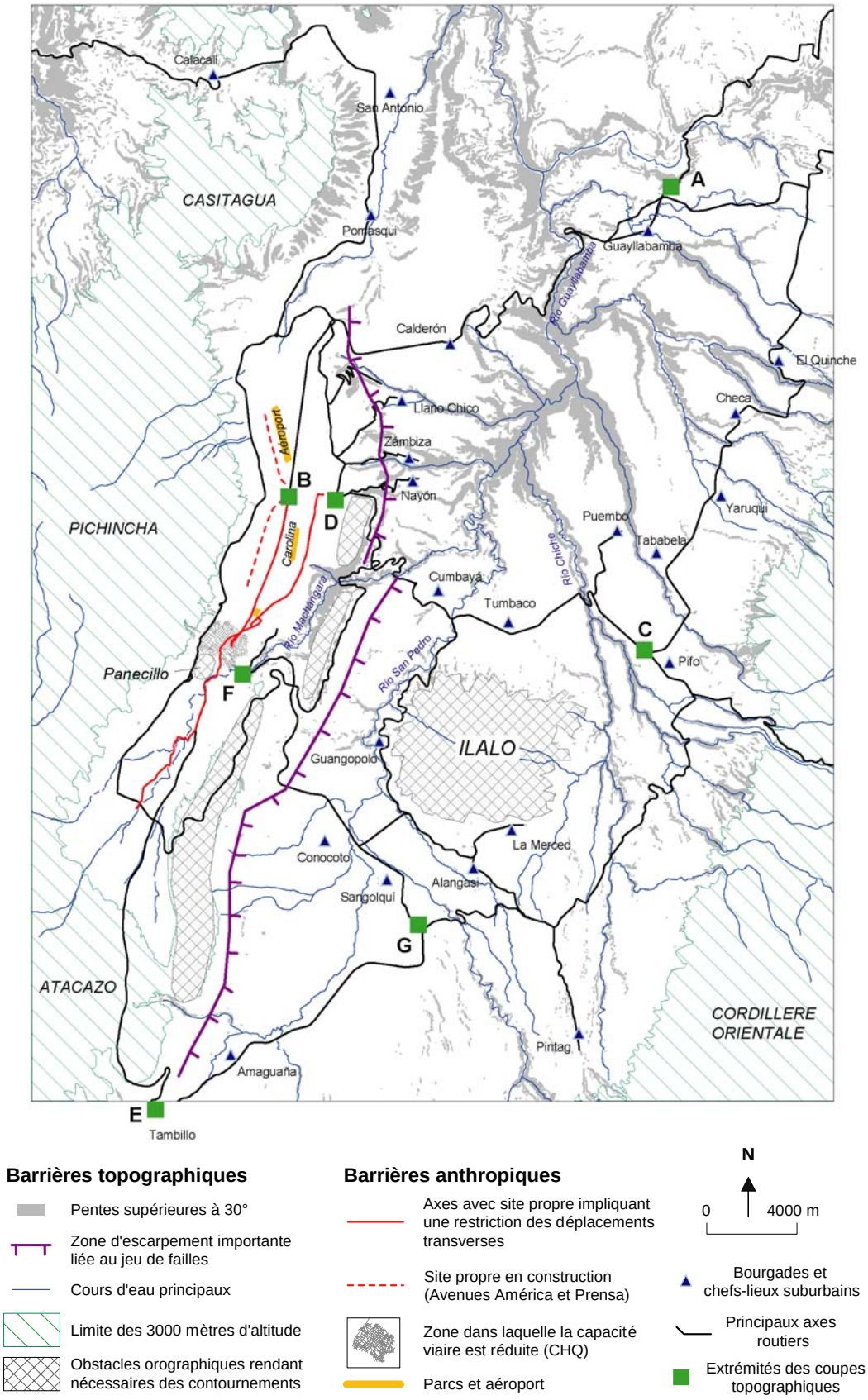
long. Cette particularité est à l'origine de la dissymétrie du schéma radial de l'armature routière de l'agglomération. A l'est, le rempart de la cordillère orientale n'est traversé que par la route vers l'Amazonie en passant par un col à plus de 4000 m d'altitude. L'accès au district semble plus facile depuis le nord-est (Provinces *Imbabura* et *Carchi*) et par le sud grâce à l'autoroute Panaméricaine qui emprunte le sillon intra-andin. Ceci étant, les routes d'approche du district et de la ville doivent s'affranchir de fortes dénivelées.

1.2.1.1 – Un difficile accès à la ville compte tenu des dénivelés

Les quatre coupes topographiques suivantes (figure 13) dont les extrémités figurent sur la carte 57, montrent les difficultés d'accès à l'espace central. Pour gagner la ville de Quito depuis le nord-est, les véhicules doivent s'affranchir d'une très forte dénivelée (928m entre le point le plus bas et le point le plus haut) et traverser le profond canyon creusé par le *Río Guayllabamba* (1946m). Depuis *El Quinche*, un vaste secteur présentant une topographie très accidentée, incisée par plusieurs rivières (*Río San Pedro, Río Chiche*…), doit être contourné en passant par *Pifo* (2580m) pour pouvoir accéder à Quito (2800m). Pour accéder à la ville depuis le fond des deux vallées orientales (*Tumbaco* et *Los Chillos*), les véhicules doivent gravir les collines ceinturant l'est de Quito avant de pouvoir redescendre vers l'espace central. Les dénivelées entre les points les plus bas et les plus hauts sont respectivement de 580 m et 430 m. L'ampleur de ces dénivelées est due aux effets des jeux de failles (les vallées correspondant à des fossés d'effondrement). Depuis le sud, l'accès par la Panaméricaine est celui dont la dénivelée est la plus faible, le canton de *Mejía* au sud du district étant à une altitude supérieure à 2750 m (*Tambillo*). D'où que l'on vienne, l'assaut des pentes a rendu nécessaire la construction de routes d'approche comportant de nombreux lacets[186].

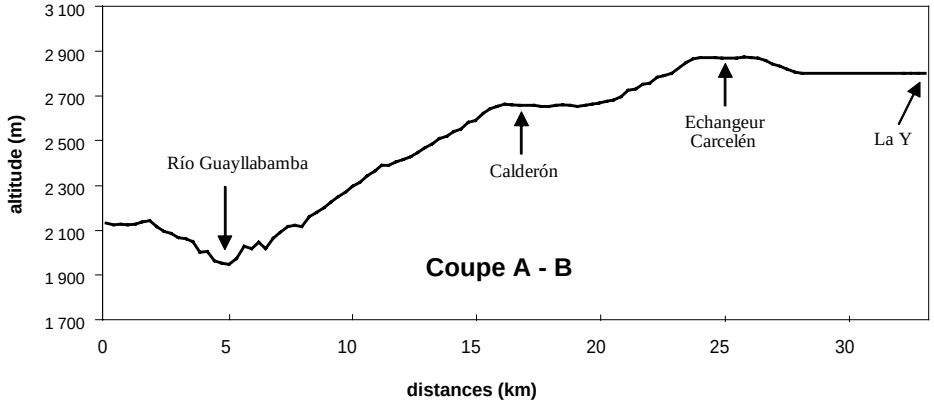
Les pentes de ces axes peuvent être relativement fortes sur certains tronçons, jusqu'à 11 % sur l'autoroute *Rumiñahui* et sur la Panaméricaine Nord, jusqu'à 12 % sur la *Interoceánica* depuis *Tumbaco* et jusqu'à 13 % sur la Panaméricaine Sud. Ces voies étant globalement larges et en bon état, les automobilistes ont tendance à rouler à grande vitesse. Ce n'est pas un hasard si ces axes concentrent le plus grand nombre d'accidents parmi les plus mortels. En 2000, la Direction Nationale du Transit a recensé 186 accidents ayant engendré 25 décès et 146 blessés sur la Panaméricaine Sud entre *Aloag* et Quito, 199 accidents ayant engendré 17 décès et 103 blessés sur la *Interoceánica* entre *Pifo* et Quito. Si l'on compare le district de Quito avec d'autres villes équatoriennes, l'on s'aperçoit qu'il avait en 1999 le deuxième taux le plus élevé de décès par accident de la route (25,1 pour 100 000 habitants) après *Cuenca* (32,6) bien au dessus de la moyenne nationale urbaine (16,5) et bien supérieur à celui de *Guayaquil* (11,6) (CARRION F. et al., 2001). En dehors des décès par vieillesse, les accidents de la route sont la première cause de mortalité dans le district métropolitain, avant les homicides (18 pour 100 000 habitants) et les suicides (4,2). Ceci dit, les causes permettant d'expliquer le taux élevé de Quito sont multiples. Rappelons que le DMQ possède le parc automobile par canton le plus élevé d'Equateur (près de 200 000 véhicules, voir chapitre 2.3.4, première partie).

[186] Ceci implique un allongement significatif des distances. Par exemple la distance entre *El Quinche* et Quito (carrefour des avenues *Granados* et *Eloy Alfaro*) est de 44 km. par la route, contre 20 km. à vol d'oiseau.

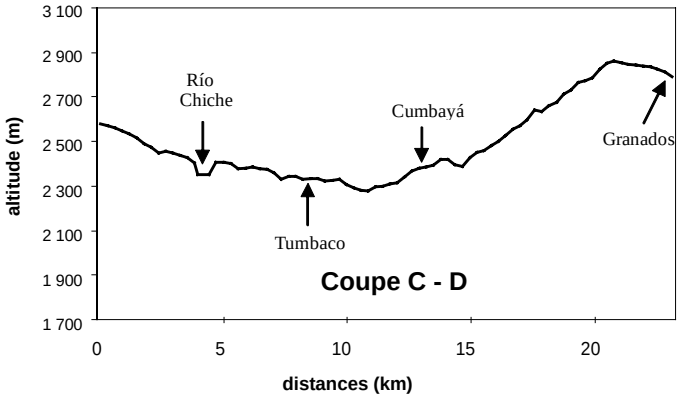


Carte 57 : Principales barrières physiques – Agglomération de Quito.

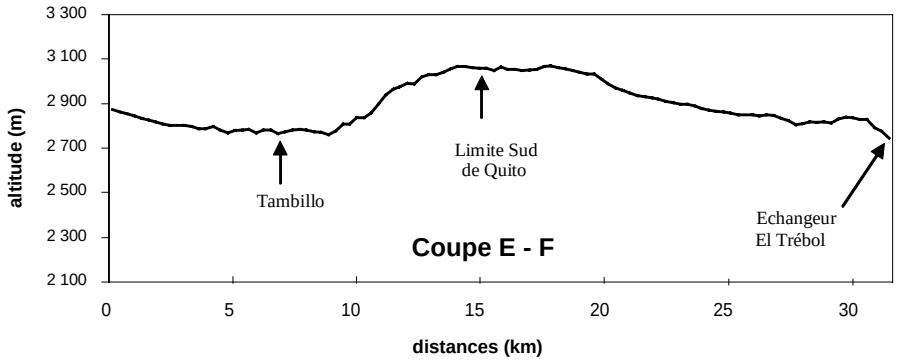
Profil en long de l'accès nord (Guayllabamba vers l'espace central)
Long = 34,2 Km, alt min = 1946, alt max = 2874, dénivelée = 928m



Profil en long de l'accès par Tumbaco (Pifo vers l'espace central)
Long = 24 Km, alt min = 2278, alt max = 2860, dénivelée = 582 m



Profil en long de l'accès par le sud (Tambillo vers l'espace central)
Long = 32,5 Km, alt min = 2746, alt max = 3070, dénivelée = 324m



Profil en long de l'accès par Los Chillos (Sangolquí vers l'espace central)
Long = 17,6 Km - Alt min = 2445, Alt max = 2873, Dénivelé = 428m

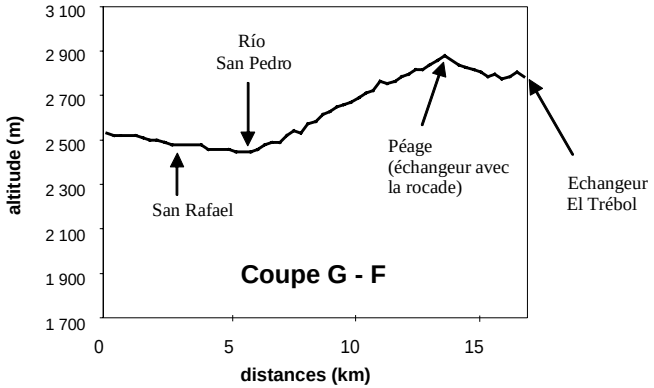


Figure 13 : Coupes topographiques des accès à la ville de Quito.

1.2.1.2 – Une circulation urbaine achoppant sur des obstacles naturels et anthropiques

En ville, la colline du *Panecillo* et le canyon du *Río Machángara* sont les deux principales barrières naturelles qui contribuent à rendre complexes les communications intra-urbaines (voir carte 57). La première rend problématiques les échanges nord – sud, dont nous avons mis auparavant en évidence l'essentialité (accès des populations du sud à l'espace central notamment). La deuxième accroît encore cette difficulté compte tenu de la position du lit de cette rivière au pied du *Panecillo* en direction du nord-est. Pour franchir cette profonde entaille, un pont a été construit (Avenue *Maldonado*) et des remblais[187] ont été effectués servant aujourd'hui de support à l'échangeur *El Trébol*, à l'avenue *El Cumandá* en direction de l'Avenue *Napo* et à l'Avenue *Rodrigo de Chávez* (pour les nomenclatures, voir carte sur feuille volante n° 21).

Cependant, en ville, les principales barrières à la circulation relèvent davantage d'aménagements urbains. Certaines infrastructures héritées posent de multiples problèmes. L'aéroport *Mariscal Sucre*, initialement implanté en zone rurale à une époque où la ville ne dépassait pas l'Avenue *Colón*, est aujourd'hui englobé dans le tissu urbain (voir photo 1, p. 35). La vulnérabilité relève ici non pas de l'incapacité pour les gestionnaires urbains à maîtriser l'expansion du système territorial mais plutôt d'une certaine inertie en matière de prise de décision pour le transfert de cette infrastructure aéroportuaire vers une zone périphérique. Cette situation s'observe dans de nombreuses autres métropoles, en particulier à *La Paz* (Bolivie), agglomération dans laquelle l'aéroport est aujourd'hui cerné par l'urbanisation de *El Alto*. A Quito, la piste d'atterrissage mesure près de 3,8 km. de long et pénalise les communications transversales. Vers le milieu de la décennie 1990, un tunnel à l'extrémité nord a été construit (Avenue *Luis Tufiño*) permettant d'éviter le contournement total de l'infrastructure, mais d'une part ce tunnel n'est situé qu'à 300 m du bout des pistes, ce qui ne représente qu'un raccourci mineur, et d'autre part le tunnel est à sens unique (ouest-est). La présence de cet aéroport au cœur de la ville implique également d'autres problèmes pour le système territorial. La longueur de la piste est inférieure à la norme internationale pour les gros porteurs qui pourtant atterrissent à Quito. De plus, à 2800 mètres d'altitude, les conditions aérologiques peuvent être particulièrement turbulentes. Ces particularités expliquent en partie la dangerosité de l'aéroport de Quito. L'accident du Tupolev de la *Cubana de Aviación* survenu en 1998 ayant détruit les lotissements situés au nord et causé plusieurs centaines de victimes, rappelle l'acuité de ce problème.

D'autres équipements urbains limitent les échanges latitudinaux. Par exemple, le parc *La Carolina*, issu du schéma directeur *Odriozola* de 1942, mesurant 1,6 km. de long, constitue une véritable barrière en plein espace central, que seuls les piétons peuvent franchir, de préférence le jour, la nuit les agressions étant fréquentes. De même, le système de planification des transports et de la voirie a contribué à modeler le tissu urbain selon un modèle qui involontairement ne fait qu'accentuer les dynamiques nord-sud déjà prépondérantes compte tenu de la physionomie longitudinale de la ville. Sans la remettre en cause, étant cruciale pour les déplacements urbains à moyen terme, la mise en place du système intégré de transport a participé à la canalisation des flux selon une direction

[187] à la base desquels ont été placés au préalable des tuyaux en ciment pour laisser s'écouler l'eau.

dominante nord-sud. En effet, les constructions de voies en site propre au centre de certains boulevards (trolley, *Ecovía* et maintenant Avenues *América* et *Prensa*), constituent de longues barrières qui s'apparentent à celles induites par un réseau ferré ! Les carrefours qui permettent le franchissement de ces axes enjeux majeurs sont aujourd'hui beaucoup moins nombreux qu'auparavant. De plus, la gestion du trafic sur ces axes interdit les possibilités de tourner à gauche. Cette canalisation du trafic participe à l'allongement des distances parcourues par les automobilistes en particulier dans l'espace central.

1.2.2 – Synthèse : une première approche nécessaire mais non suffisante

L'analyse précédente met en exergue les nombreuses difficultés pour les communications au sein de l'agglomération (compte tenu des multiples barrières physiques) et une première série de risques encourus notamment en matière de sécurité (accidents de la route, accidents d'aviations). Les nombreuses entraves physiques à la mobilité et les dénivelés entraînent une forte pollution atmosphérique, ralentissent les échanges et engendrent par conséquent des surcoûts. Dans un contexte d'hyper-compétitivité avec Guayaquil, le district de Quito ressort désavantagé. Le risque à moyen terme est de voir un transfert de la capitalité vers Guayaquil, pôle économique portuaire beaucoup plus dynamique. L'agglomération de Guayaquil ne comporte pas de véritable barrière topographique, et est dotée d'un appareil circulatoire relativement performant.

Si cette première approche, permet de fournir certains éclairages sur les risques encourus par le district compte tenu des problèmes généraux de communication, elle doit être complétée pour être plus précise, par une deuxième approche tenant compte des différences d'accessibilité qui peuvent être fort variables à l'intérieur même de l'agglomération et engendrer d'autres difficultés.

1.3 – Définition et méthode d'évaluation de l'accessibilité des lieux : un nécessaire découpage du district en zones indexées sur le réseau routier

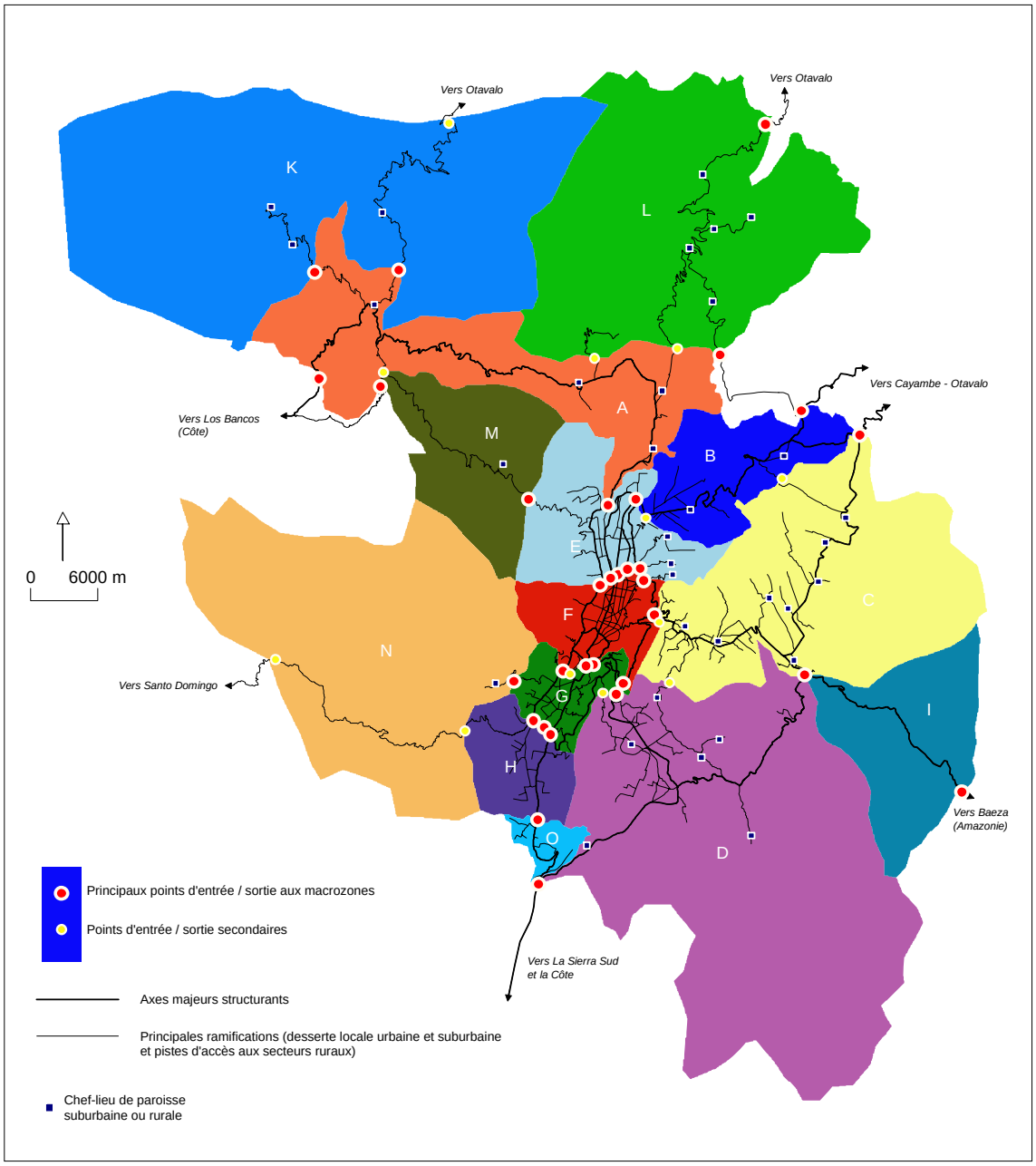
1.3.1 – L'accessibilité : degré de facilité avec lequel on peut atteindre un lieu

L'accessibilité d'un lieu correspond au « degré de facilité avec lequel on peut atteindre le lieu » (BEGUIN H., 1995). « On distingue l'accessibilité physique, exprimée en distances kilométriques, qui tient imparfaitement compte de l'anisotropie de l'espace, et l'accessibilité fonctionnelle, appréciée en termes de coût ou de temps d'accès … Quelle que soit la mesure retenue, la valeur absolue importe moins que le côté relatif de l'accessibilité entre les différents lieux (aspect ordinal) » (BAVOUX J-J., 1998). Généralement, l'accessibilité est définie pour des nœuds dans un graphe valué représentant schématiquement un réseau routier ou de transport. L'accessibilité peut également s'appliquer à des zones. Pour pouvoir déterminer l'accessibilité des lieux, il nous a tout d'abord été nécessaire de procéder à un découpage du district en secteurs selon une logique particulière.

1.3.2 – Découpage du district en zones indexées sur le réseau routier : utilité, méthode et cartes

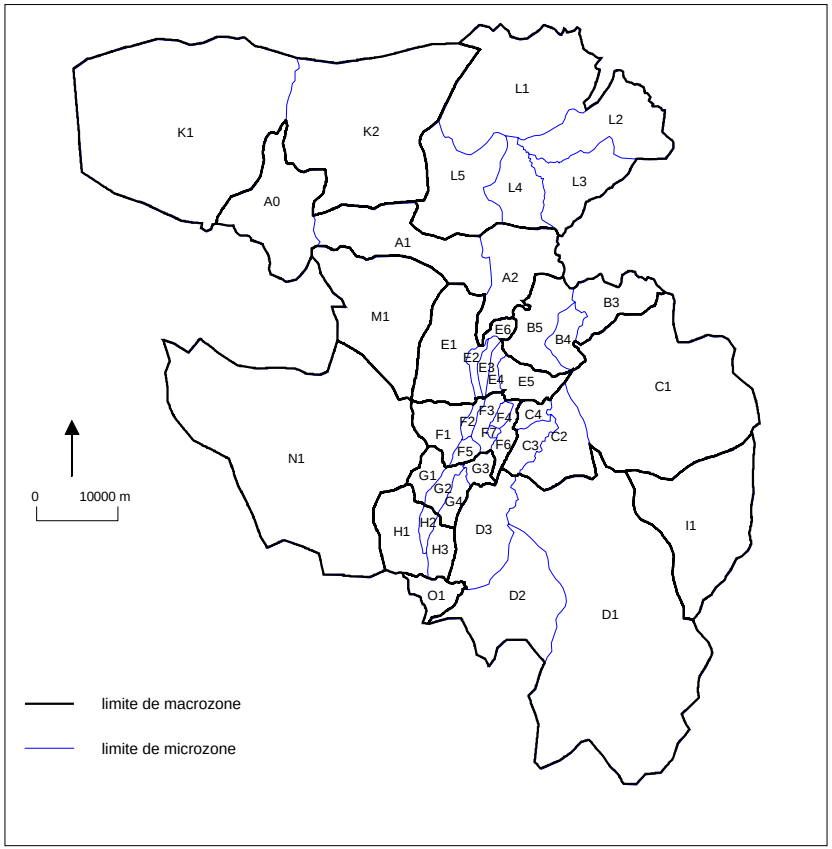
Pour pouvoir mesurer l'accessibilité des différentes parties du district en temps habituel et envisager les ruptures d'accessibilité possibles en cas de défaillance d'une partie de l'appareil circulatoire, nous sommes partis de la structuration du réseau routier pour comprendre comment sont imbriqués les différents sous-ensembles spatiaux entre eux, c'est-à-dire pour comprendre comment s'articulent les communications entre eux. La défaillance d'une charnière (un pont, un axe) entre deux zones peut remettre en cause l'accès à l'une des deux zones ou aux deux.

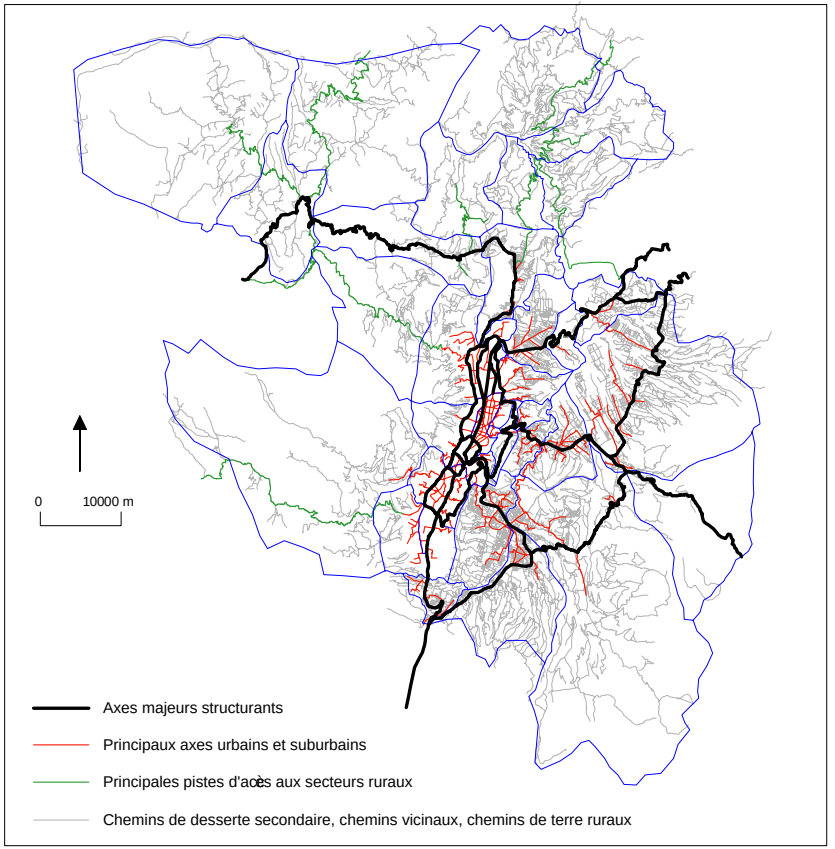
Le découpage a été effectué en deux étapes. Nous avons tout d'abord subdivisé le district en 14 « macrozones », à leur tour subdivisées en 44 « microzones ». Les 14 macrozones ont été délimitées en fonction de l'armature du réseau routier structurant et principal, lui-même agencé selon la topographie et l'hydrographie. Nous sommes donc partis des discontinuités et des barrières de l'espace métropolitain (préalablement analysées) et nous avons tenu compte également du principe de rattachement des secteurs aux axes, ce que l'on pourrait appeler la captivité des secteurs vis-à-vis du réseau routier (logique gravitationnelle). La carte 58 illustre le découpage du district en 14 macrozones et leurs points d'entrée / sortie. A partir de ce premier découpage grossier nous avons affiné la subdivision du district en 44 microzones afin de gagner en précision pour l'évaluation des risques ultérieure. La méthode de découpage est sensiblement la même. En ville néanmoins, nous nous sommes servis en plus des principales artères comme limites interzonales, dans la mesure où, nous l'avons vu, ces dernières peuvent constituer de véritables barrières, surtout si elles sont équipées d'une voie réservée aux transports en commun. La carte 59 illustre le découpage du district en 44 microzones. Certaines microzones correspondent à des macrozones car leur subdivision ne se justifiait pas. Leurs tailles sont donc disparates.



K	Pacto - Gualea - Nanegal		N	Lloa	
L	San José de Minas - Chávezpamba - Puellaro		I	Accès depuis l'Amazonie	
A	Accès Nord-oriental - Nanegalito - Calacalí - San Antonio - Pomasqui		C	Cumbayá - Tumbaco - Pifo - Yaruquí - El Quinche	
B	Accès Panaméricaine Nord - Guayllabamba - Calderón - Carapungo		G	Quito - Centre Sud	
M	Nono		D	Los Chillos - Guangopolo - La Merced - Pintag - Amaguaña	
E	Quito Nord - Llano Chico - Zámbiza - Nayón		H	Quito Sud	
F	Quito Espace central et Nueva Oriental		O	Accès Panaméricaine Sud - Tambillo	

Carte 58 : Réseau routier, points d'entrées et découpage du district en 14 macrozones.





Clef	Dénomination
A0	Nanegalito
A1	Calacalí
A2	San Antonio de Pichincha - Pomasqui
B3	Guayllabamba
B4	Cañon del Río Guayllabamba - Oyacoto
B5	Calderón - Carapungo
C1	El Quinche - Yaruquí - Pifo - Puembo
C2	Tumbaco
C3	Cumbayá - Lumbisí
C4	Hauts de Cumbayá (lotissement Miravalle)
D1	Pintag - Alangasí - La Merced - Guangopolo

Clef	Dénomination
D2	Amaguaña - Sangolquí
D3	San Rafael - Conocoto
E1	El Condado - Cochapamba
E2	Cotocollao - Concepción
E3	Ponceano - Aeropuerto
E4	El Inca - Kennedy - Cristianía
E5	Llano Chico - Zámbiza - Nayón
E6	Carcelén
F1	Colinas de Pichincha - El Armero - San Juan - La Libertad
F2	Belisario Quevedo - Rumipamba
F3	Jipijapa - Iñaquito - Mariscal Sucre

Clef	Dénomination
F4	Batán Alto - Bellavista - Parque Metropolitano
F5	Panecillo - CHQ - El Ejido
F6	Nueva Oriental entre La Granados y la autopista Rumiñahui
F7	Barrio La Paz - Guápulo
G1	Chilibulo - La Mena
G2	Magdalena - San Bartolo - Solanda
G3	Puengasi
G4	Chimbacalle - La Ferroviaria - La Argelia
H1	Chillogallo - La Ecuatoriana - Guamaní
H2	Fundeporte - Quitumbe
H3	El Beaterio - Turubamba

Clef	Dénomination
I1	Accès depuis l'Amazonie - Mulauco - La Virginia
K1	Pacto - Gualea
K2	Nanegal
L1	San José de Minas
L2	Chávezpamba - Atahualpa
L3	Puellaro
L4	Tanlagua
L5	Pululahua - San José de Nieves
M1	Nono
N1	Lloa
O1	Cutuglahua - Tambillo

Carte 59 : Réseau routier et découpage du district en 44 microzones.

2 – Evaluation de l'accessibilité des différents sous-espaces géographiques du district

Le zonage du district indexé sur la structuration du réseau routier réalisé, il nous est possible à ce stade d'évaluer l'accessibilité des sous-ensembles spatiaux. L'objectif est de faire ressortir les secteurs qui se trouvent en situation les plus défavorables en temps habituel et les secteurs susceptibles de voir leur accessibilité fortement réduite en période de crise du fait de l'endommagement ou de la perte de fonctionnalité d'une partie du réseau. A partir de ce diagnostic, il nous sera ensuite possible grâce à la localisation des enjeux majeurs pour le fonctionnement du district de comprendre quels sont les risques encourus par le système territorial métropolitain.

2.1 – L'accessibilité en temps habituel : méthode d'évaluation et cartographie

Pour déterminer l'accessibilité des zones dans des conditions habituelles, nous avons travaillé à partir de « l'accessibilité physique » en prenant en compte des critères propres au réseau routier et des critères relatifs au milieu physique. Nous avons eu recours à huit variables tantôt quantitatives (nombre d'entrées / sorties, pourcentage de surface à plus de 1 km. d'un axe majeur de rattachement, pente, indice de connexité…), tantôt qualitatives (type de revêtement). Ces huit variables ont été valorées en considérant une étendue s'échelonnant de 0 pour la meilleure situation, à 4 pour la pire.

Nous avons considéré un emboîtement d'échelles, en tenant compte tout d'abord de l'accessibilité des macrozones dans lesquelles se situent les microzones. En effet, l'accès aux macrozones conditionne à une échelle inférieure l'accès aux microzones. L'accessibilité des macrozones a été évaluée à partir d'un critère simple : le nombre d'entrées/sorties principales et secondaires. Nous en avons fait la somme (en pondérant par deux le nombre de voies principales). A partir des totaux, nous avons déterminé un niveau d'accessibilité des macrozones (voir tableau 35) que nous avons appliqué aux microzones. Nous avons ensuite analysé les accès immédiats aux microzones en observant leur type de revêtement et l'existence ou l'absence de voie pénétrante permettant de parvenir rapidement à l'intérieur de la microzone (voir tableau 36).

macrozones	nombre d'entrées/sorties principales	nombre d'entrées/sorties secondaires (a)	somme (b)	valoration	Accessibilité (synthèse)
F	11	3	25	0	bonne
G	8	4	20	0	bonne
E	8	2	18	1	assez bonne
A	2	5	9	2	moyenne
C	3	3	9	2	moyenne
H	4	1	9	2	moyenne
D	3	2	8	3	assez faible
B	3	2	8	3	assez faible
L	2	2	6	3	assez faible
I	2	0	4	4	faible
O	2	0	4	4	faible
N	1	2	4	4	faible
K	2	1	5	4	faible
M	2	1	5	4	faible

Tableau 35 : Variables retenues pour mesurer l'accessibilité des macrozones[188]
(niveau d'accessibilité reporté ultérieurement sur les microzones).

Enfin, nous nous sommes placés à l'intérieur même des microzones pour essayer d'évaluer la facilité de circulation sur le réseau de desserte locale. Nous avons retenu cinq variables, toutes calculées dans le SIG Savane :

1 / la part de la surface de la microzone située à plus d'un kilomètre d'un axe majeur : déterminée à partir de franges de 1000 mètres de large de part et d'autre des axes majeurs. Nous avons retenu certaines « contraintes » induites par des barrières ou discontinuités physiques (rivière, ravin, escarpement, ligne de crête..). C'est pourquoi la largeur des franges n'est pas constante. Cet indicateur nous renseigne sur le caractère enclavé des microzones.

2 / la pente moyenne de la microzone. Plus la pente de la microzone est forte, plus les routes seront pentues, sinueuses, moins la circulation y sera aisée.

3 / la densité du réseau innervant (ou capillaire) : nombre de kilomètres de routes par unité de surface. Plus le réseau local est lâche, moins la desserte sera facile.

4 / la sinuosité du réseau innervant : rapport entre la longueur d'un axe et la distance à vol d'oiseau entre ses deux extrémités. Dans le cas présent, nous avons fait la moyenne de ces rapports.

5 / la connexité du réseau innervant : quantité existante de liens directs entre les nœuds du réseau local par rapport au nombre de liens total maximal dans l'hypothèse d'une connexité optimale. Nous avons simplement calculé le nombre de cul-de-sac rapporté au nombre de nœuds dans chaque microzone.

Les valorations associées à chacune des huit variables ont été ensuite additionnées pour déterminer un niveau d'accessibilité synthétique (voir tableaux 36 A et 36 B), niveau qui a ensuite été cartographié (voir carte 60).

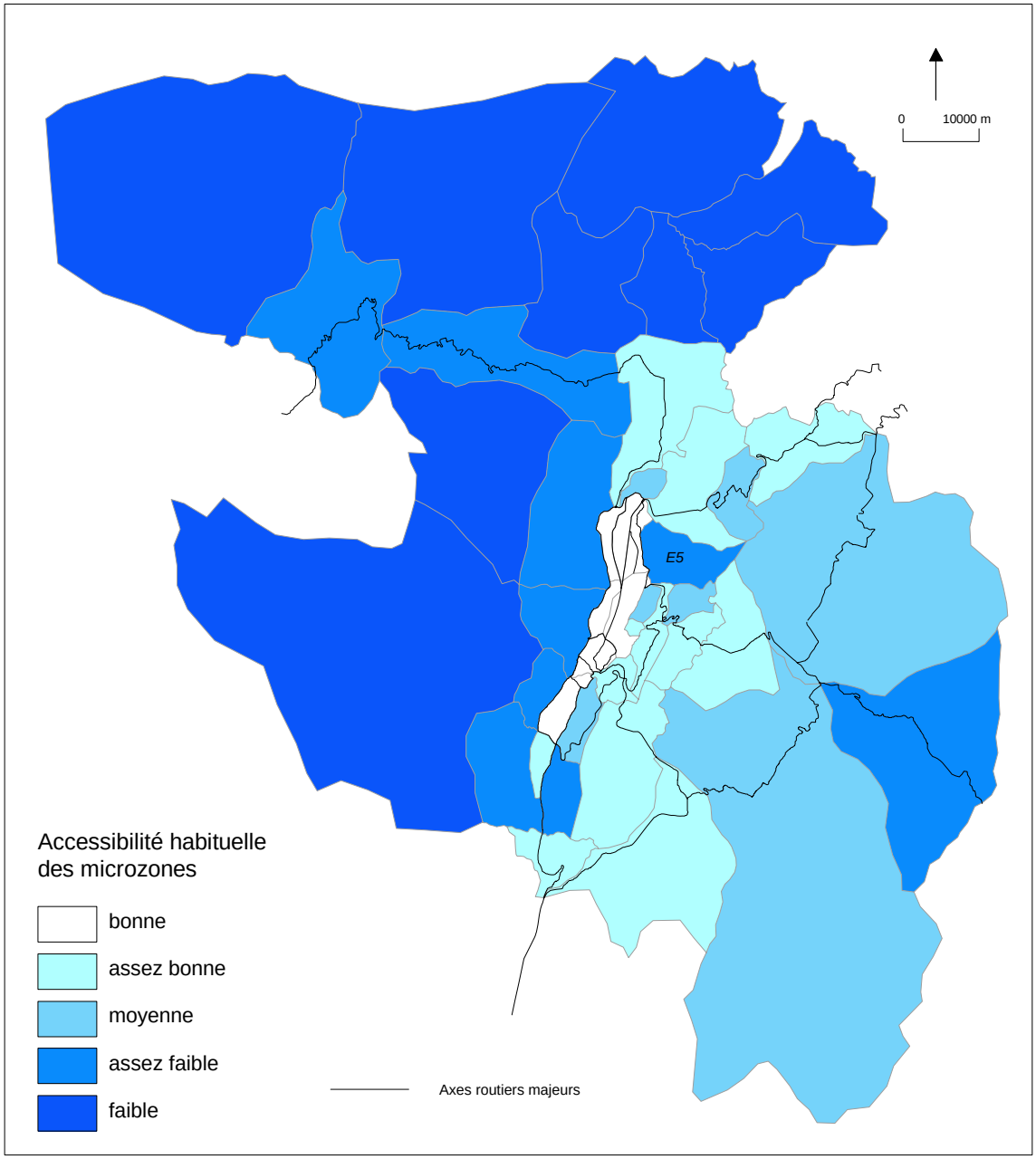
[188] a : un point d'accès peut être principal pour une zone, mais secondaire pour une autre. Un même point est donc comptabilisé tantôt dans la catégorie "entrée principale", tantôt dans la catégorie "entrée secondaire", en fonction de la macrozone considérée (ce qui explique qu'on ne retrouve pas les décomptes exacts par rapport à la carte 58, p. 273).
b : le nombre d'entrées principales a été pondéré par deux.

	MACROZONE		ACCES IMMEDIATS AUX MICROZONES				INTERIEUR DES MICROZONES										SYNTHESE	
clef	Accessibilité macrozones (entrées / sorties)	Accessibilité des macrozones (synthèse)	Type de revêtement des accès	valoration	**Pénétrante** existence d'un axe central à grand gabarit traversant de part en part la zone	valoration	Part de la surface de la microzone située à plus de 1 Km d'un axe majeur (%)	valoration	Pente moyenne (°)	valoration	**Innervation secondaire** existence d'axes d'innervation	valoration	sinuosité des axes d'innervation	valoration	connexité du réseau d'innervation	valoration	Total des valorations	Accessibilité (synthèse)
F3	0	bonne	exclusivement par routes goudronnées	0	oui	0	20	1	4	0	très bonne	0	faible	0	très forte	0	1	bonne
E2	1	assez bonne	"	0	oui	0	0	0	4	0	très bonne	0	faible	0	très forte	0	1	bonne
F2	0	bonne	"	0	oui	0	0	0	6	1	très bonne	0	faible	0	forte	1	2	bonne
E4	1	assez bonne	"	0	oui	0	0	0	5	1	très bonne	0	faible	0	très forte	0	2	bonne
E3	1	assez bonne	"	0	oui	0	0	0	3	0	assez bonne	2	faible	0	forte (mais aéroport)	1	4	bonne
F5	0	bonne	"	0	oui	0	0	0	10	2	bonne	1	moyenne	2	très forte	0	5	bonne
G2	0	bonne	essentiellement par routes goudronnées	1	oui	0	4	0	3	0	très bonne	0	moyenne	2	assez forte	2	5	bonne
H2	2	moyenne	partiellement par routes goudronnées	2	oui	0	25	1	2	0	assez bonne	2	faible	0	assez forte	2	9	assez bonne
G3	0	bonne	exclusivement par routes goudronnées	0	oui	0	2	0	14	2	assez bonne	2	forte	4	assez forte	2	10	assez bonne
B5	3	assez faible	"	0	oui	0	82	4	11	2	bonne	1	faible	0	très forte	0	10	assez bonne
C3	2	moyenne	"	0	oui	0	67	3	9	1	bonne	1	moyenne	2	assez forte	2	11	assez bonne
F6	0	bonne	"	0	oui	0	5	0	21	4	très réduite	4	faible	0	faible	4	12	assez bonne
B3	3	assez faible	essentiellement par routes goudronnées	1	oui	0	46	2	14	2	assez bonne	2	faible	0	assez forte	2	12	assez bonne
C2	2	moyenne	exclusivement par routes goudronnées	0	oui	0	79	4	14	2	bonne	1	moyenne	2	forte	1	12	assez bonne
F7	0	bonne	"	0	oui	0	63	3	20	3	assez bonne	2	forte	4	forte	1	13	assez bonne
O1	4	assez faible	"	0	oui	0	46	2	9	1	assez bonne	2	moyenne	2	assez forte	2	13	assez bonne
A2	2	moyenne	essentiellement par routes goudronnées	1	oui	0	62	3	17	3	assez bonne	2	faible	0	assez forte	2	13	assez bonne
D2	3	moyenne	exclusivement par routes goudronnées	0	oui	0	75	4	10	1	assez bonne	2	moyenne	2	assez forte	2	14	assez bonne
D3	3	moyenne	"	0	oui	0	83	4	8	1	bonne	1	forte	4	forte	1	14	assez bonne
G4	0	bonne	essentiellement par routes goudronnées	1	non	4	2	0	12	2	assez bonne	2	forte	4	assez forte	2	15	moyenne
C1	2	moyenne	exclusivement par routes goudronnées	0	oui	0	82	4	16	3	assez bonne	2	faible	0	faible	4	15	moyenne
F4	0	bonne	"	0	non	4	39	2	8	1	réduite	3	moyenne	2	faible	4	16	moyenne
E6	1	assez bonne	"	0	non	4	58	3	10	2	bonne	1	forte	4	forte	1	16	moyenne

Tableau 36 : Variables retenues pour l'évaluation de l'accessibilité des microzones en période habituelle (partie A).

	MACROZONE		ACCES IMMEDIATS AUX MICROZONES				INTERIEUR DES MICROZONES										SYNTHESE	
clef	**Accessibilité macrozones (entrées / sorties)**	**Accessibilité des macrozones (synthèse)**	**Type de revêtement des accès**	**valoration**	**Pénétrante** existence d'un axe central à grand gabarit traversant de part en part la zone	**valoration**	**Part de la surface de la microzone située à plus de 1 Km d'un axe majeur (%)**	**valoration**	**Pente moyenne (°)**	**valoration**	**Innervation secondaire** existence d'axes d'innervation	**valoration**	**sinuosité des axes d'innervation**	**valoration**	**connexité du réseau d'innervation**	**valoration**	**Total des valorations**	**Accessibilité (synthèse)**
D1	3	moyenne	exclusivement par routes goudronnées	0	oui	0	94	4	12	2	assez bonne	2	forte	4	assez forte	2	17	moyenne
C4	2	moyenne	"	0	oui	0	75	4	15	3	réduite	3	moyenne	2	faible	4	18	moyenne
B4	3	assez faible	"	0	oui	0	46	2	23	4	très réduite	4	moyenne	2	faible	4	19	moyenne
A1	2	moyenne	"	0	oui	0	58	3	24	4	réduite	3	forte	4	faible	4	20	assez faible
G1	0	bonne	essentiellement par routes goudronnées	1	non	4	67	3	17	3	assez bonne	2	forte	4	faible	4	21	assez faible
I1	4	assez faible	exclusivement par routes goudronnées	0	oui	0	80	4	17	3	réduite	3	forte	4	faible	4	22	assez faible
A0	2	moyenne	partiellement par routes goudronnées	3	oui	0	77	4	15	3	réduite	3	forte	4	faible	4	23	assez faible
E1	1	assez bonne	essentiellement par routes goudronnées	1	non	4	90	4	17	3	assez bonne	2	forte	4	faible	4	23	assez faible
E5	1	assez bonne	"	1	non	4	82	4	16	3	assez bonne	2	forte	4	faible	4	23	assez faible
H1	2	moyenne	partiellement par routes goudronnées	2	non	4	92	4	15	3	assez bonne	2	moyenne	2	faible	4	23	assez faible
H3	2	moyenne	partiellement par routes goudronnées	2	non	4	59	3	6	1	réduite	3	forte	4	faible	4	23	assez faible
F1	0	bonne	essentiellement par routes goudronnées	1	non	4	76	4	22	4	réduite	3	forte	4	faible	4	24	assez faible
L3	3	faible	essentiellement par routes non goudronnées	3	non	4	100	4	20	4	réduite	3	forte	4	forte	1	26	faible
L1	3	faible	exclusivement par routes non goudronnées	4	non	4	100	4	27	4	réduite	3	forte	4	forte	1	27	faible
L4	3	faible	"	4	non	4	100	4	22	4	réduite	3	forte	4	assez forte	2	28	faible
L5	3	faible	"	4	non	4	100	4	26	4	réduite	3	forte	4	assez forte	2	28	faible
N1	4	faible	partiellement par routes goudronnées	2	non	4	100	4	25	4	très réduite	4	forte	4	faible	4	30	faible
K2	4	faible	exclusivement par routes non goudronnées	4	non	4	100	4	22	4	réduite	3	forte	4	assez forte	2	29	faible
M1	4	faible	"	4	non	4	100	4	27	4	réduite	3	forte	4	assez forte	2	29	faible
L2	3	faible	"	4	non	4	100	4	22	4	réduite	3	forte	4	faible	4	30	faible
K1	4	faible	"	4	non	4	100	4	17	3	très réduite	4	forte	4	faible	4	31	faible

Tableau 37 : Variables retenues pour l'évaluation de l'accessibilité des microzones en période habituelle (partie B).



Carte 60 : Accessibilité des microzones en période habituelle.

L'accessibilité des différents secteurs du district est fort variable en période normale. Elle est globalement bien meilleure dans la moitié orientale et en ville, dans les secteurs plats. Cet ensemble est en effet desservi par un nombre assez élevé d'axes à grand gabarit goudronnés et le réseau innervant y est assez développé. En revanche, l'accessibilité des secteurs à l'Ouest et au Nord de l'agglomération et des flancs Ouest de la ville est bien moindre. Ces secteurs ont une topographie accidentée et un nombre d'accès restreint, pas toujours goudronnés, généralement très sinueux. Entre la ville et les vallées orientales, un secteur ressort comme étant peu accessible. Il s'agit de la zone E5 (*Llano Chico*, *Zámbiza*, *Nayón*). Ce secteur s'apparente à un cul-de-sac desservi par trois axes goudronnés mais sans issue, entre lesquels il n'existe pas de passerelles compte tenu de la présence de profonds ravins.

L'accessibilité en période normale est donc très hétérogène au sein du district. La question que l'on se pose, à ce stade est de savoir quelles peuvent être les implications sur l'accessibilité des zones de la perte de fonctionnalité de certaines infrastructures ? Quels sont les éléments de l'appareil circulatoire les plus susceptibles de connaître une défaillance ? Quelles sont les zones susceptibles d'être les plus pénalisées ?

2.2 – Accessibilité des zones en cas de défaillance des éléments enjeux majeurs de la mobilité les plus vulnérables

2.2.1 – Une analyse de réduction de l'accessibilité basée sur les enjeux majeurs de la mobilité les plus vulnérables

L'objectif de cette section est de comprendre dans quelle mesure l'accessibilité des différents espaces du district peut être réduite compte tenu de la perte de fonctionnalité de certains éléments du système routier. La première question à laquelle il nous a fallu répondre était d'identifier les éléments de l'appareil circulatoire les plus susceptibles de connaître une défaillance. Pour connaître ces éléments, nous nous sommes servis de l'analyse de vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité préalable (troisième partie).

Nous avons tout d'abord extrait[189] les enjeux majeurs de la mobilité caractérisés par les plus forts degrés de vulnérabilité cumulée (degrés 4 et 5, c'est-à-dire forte et très forte vulnérabilités). Seuls certains axes, certains ponts et les tunnels correspondent à ces critères (aucun centre de transport n'est fortement ou très fortement vulnérable). Ensuite, nous nous sommes attachés à repérer les portions de l'appareil circulatoire où les vulnérabilités des enjeux majeurs (axes, ponts et tunnels) ont tendance à se cumuler. Nous avons retenu tous les tronçons routiers enjeux majeurs fortement ou très fortement vulnérables qui comportent au moins un autre type d'enjeu (tunnels, ponts) fortement ou très fortement vulnérable. C'est donc l'association des vulnérabilités des trois types d'enjeux qui a été prise en compte dans la mesure où nous tentons d'identifier les portions du réseau routier les plus susceptibles de se retrouver inopérantes, portions sur lesquelles la circulation risque le plus d'être compromise et de remettre en question l'accessibilité des zones en cas de survenue d'un évènement dommageable.

Les portions du réseau routier les plus vulnérables sont au nombre de cinq et sont associées aux axes suivants :

- la Panaméricaine Nord (accès Nord Oriental)
- la *Interoceánica* (accès Oriental)
- l'autoroute *Rumiñahui* (accès Sud Oriental)
- la Panaméricaine Sud (accès Sud)
- l'axe des tunnels

[189] à partir de la carte synthèse de vulnérabilités des enjeux majeurs de la mobilité présenté en fin du chapitre III (carte 56, p. 257).

A partir de là, nous avons évalué les possibilités de réduction de l'accessibilité des zones selon deux logiques :

- Une logique endotrope de proximité

En d'autres termes, la réduction de l'accessibilité d'une zone est évaluée en considérant la vulnérabilité des accès immédiats à la zone (depuis l'extérieur proche). Cette logique permet de mettre en exergue les possibilités d'isolement au moins partiel de certains secteurs vis-à-vis des secteurs limitrophes.

- Une logique « orientée » depuis l'extérieur du DMQ.

Etant donné que les portions de l'appareil circulatoire les plus vulnérables correspondent aux accès à la ville et à l'axe reliant par les tunnels les parties nord et sud de la ville, nous nous sommes intéressés à évaluer les détours nécessaires pour atteindre les différentes parties urbaines (lieu de concentration de la plupart des enjeux majeurs du fonctionnement du DMQ) depuis l'extérieur de la ville, selon une logique centripète.

Nous présentons dans un premier temps les possibilités de réduction de l'accessibilité selon la logique endotrope de proximité avant d'analyser dans un deuxième temps les possibilités de réduction de l'accessibilité selon la logique centripète.

2.2.2 – Réduction de l'accessibilité selon la logique endotrope de proximité compte tenu de la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité

Nous l'avons vu, les causes de la destruction ou l'endommagement des accès routiers sont multiples. Ils peuvent être dus à un séisme, à un lahar, à une coulée boueuse, à une crue sur un cours d'eau ou encore à un glissement de terrain (voir 2.3.3.3, troisième partie, p 206). Pour évaluer les possibilités de réduction des accessibilités des zones suivant la logique endotrope de proximité, nous avons considéré les deux critères suivants :

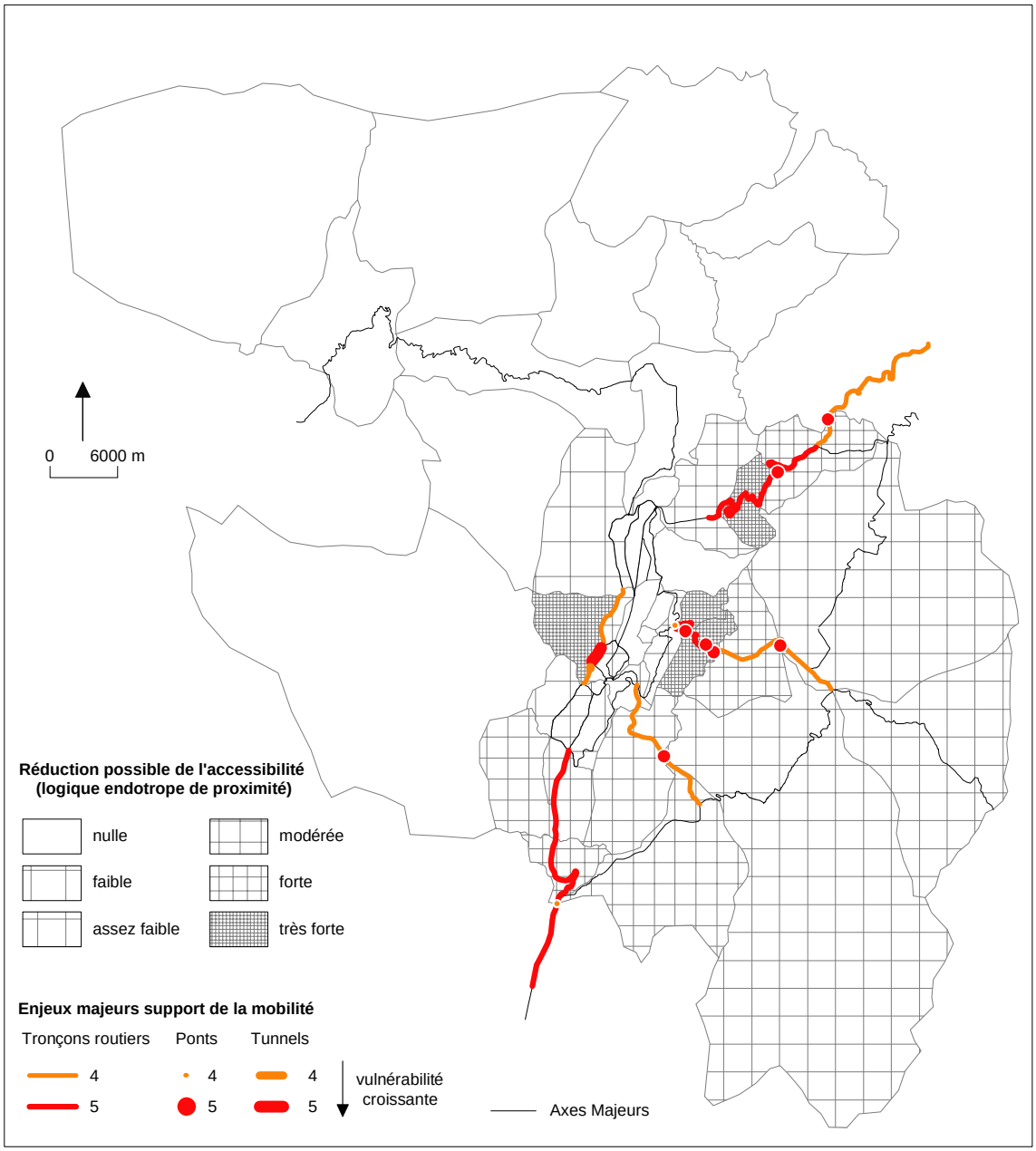
- le nombre d'accès principaux susceptibles d'être neutralisé par rapport au nombre total d'accès principaux
- le nombre d'accès secondaires susceptibles de rester fonctionnels.

Les possibilités de réduction de l'accessibilité des zones sont d'autant plus fortes que le nombre d'accès est restreint et que ces derniers sont vulnérables. Nous avons individualisé six niveaux d'incidences possibles des vulnérabilités des enjeux majeurs sur l'accessibilité des zones : une incidence (1) nulle, (2) faible, (3) assez faible, (4) modérée, (5) forte ou (6) très forte (voir tableau 38 et carte 61). Dans le tableau ne figurent pas les zones pour lesquelles l'incidence est nulle.

clef	possibilité de réduction de l'accessibilité	détail
B4	très forte	zone traversée par un axe enjeu majeur très fortement vulnérable et bordée d'un côté par un pont très fortement vulnérable. 1 accès sur les 2 seuls existants est susceptible d'être neutralisé.
C3	très forte	zone traversée par un axe enjeu majeur très fortement vulnérable et ceinturée par des ponts enjeux majeurs également très fortement vulnérables. 2 accès sur les 3 existants sont susceptibles d'êtres neutralisés. Le troisième accès qui resterait fonctionnel est un accès secondaire.
C4	très forte	zone traversée par un axe enjeu majeur très fortement vulnérable et bordée d'un côté par un pont très fortement vulnérable et de l'autre par un pont fortement vulnérable. 1 accès sur les 3 existants est susceptible d'être neutralisé. Les deux autres débouchent en un même carrefour susceptible de ne plus être à 100 % opérationnel (pont fortement vulnérable)
F1	très forte	zone limitée par un axe fortement vulnérable sur lequel se situe des tunnels fortement et très fortement vulnérables. Cet axe est le seul permettant l'accès à la zone.
B3	forte	zone traversée par un axe enjeu majeur très fortement vulnérable et bordée de part et d'autre par deux ponts très fortement vulnérables. 2 accès sur 3 sont susceptibles d'être neutralisés. Le troisième accès qui resterait fonctionnel est un accès principal.
C2	forte	zone traversée par un axe enjeu majeur fortement vulnérable et bordée de part et d'autre par deux ponts très fortement vulnérables. 2 accès sur 3 sont susceptibles d'être neutralisés. Le troisième accès qui resterait fonctionnel est un accès secondaire
O1	forte	zone traversée par un axe enjeu majeur très fortement vulnérable et bordée d'un côté par un pont fortement vulnérable. 2 accès sur les 3 existants sont susceptibles de ne plus être opérationnels.
B5	modérée	1 accès sur les 3 existants est susceptible de se retrouver inopérant. Parmi les deux autres accès qui resteraient opérationnels, l'un est un accès principal, l'autre est un accès secondaire.
D2	modérée	2 accès sur les 5 existants correspondent à des accès susceptibles d'expérimenter des problèmes. Le premier accès correspond à une prolongation d'un axe fortement vulnérable sur lequel se situe un pont fortement vulnérable et le deuxième à un axe fortement vulnérable sur lequel se situe un pont très fortement vulnérable. Parmi les 3 accès qui resteraient fonctionnels, un est un axe principal, les deux autres sont des accès secondaires.
D3	modérée	2 accès sur les 5 existants sont des accès fortement vulnérables. Les 3 accès qui resteraient fonctionnels sont des accès secondaires.
G2	modérée	2 accès sur les 3 principaux sont des accès fortement et très fortement vulnérables. Il existe aussi au moins 4 accès secondaires qui resteraient fonctionnels.

H1	modérée	1 accès sur les 3 principaux est susceptible de se retrouver inopérant. Il n'existe pas véritablement d'accès secondaire
H2	modérée	1 accès sur les 3 principaux est susceptible de se retrouver inopérant. Il n'existe pas véritablement d'accès secondaire
H3	modérée	1 accès sur les 3 principaux est susceptible de se retrouver inopérant. Il n'existe pas véritablement d'accès secondaire
C1	assez faible	1 accès sur les 4 existants est susceptible de se retrouver inopérant. Les 3 autres accès qui resteraient à priori opérationnels sont des accès principaux
D1	assez faible	3 accès sur les 8 existants correspondent à des prolongations d'axes qui sont fortement vulnérables. De plus sur l'un d'entre eux se situe un pont très fortement vulnérable. Parmi les 5 autres accès qui resteraient fonctionnels, deux sont des accès principaux et trois des accès secondaires.
F5	assez faible	2 accès principaux sur 6 sont respectivement fortement et très fortement vulnérables.
F6	assez faible	1 accès sur les 3 principaux est susceptible de se retrouver inopérant. Un quatrième accès existe. Il est secondaire et resterait opérationnel
I1	assez faible	1 accès sur les 4 principaux est susceptible de se retrouver inopérant. Il n'existe pas véritablement d'accès secondaire
F2	assez faible	1 accès sur les 5 principaux est un accès très fortement vulnérable.
E1	faible	1 accès sur les 2 principaux est un accès fortement vulnérable. Il existe aussi au moins 5 accès secondaires qui resteraient fonctionnels.
E2	faible	1 accès sur les 5 principaux est un accès fortement vulnérable.
G1	faible	1 accès sur les 2 principaux est un accès fortement vulnérable. Il existe aussi au moins 5 accès secondaires qui resteraient fonctionnels.
G3	faible	1 accès sur les 4 principaux est susceptible de se retrouver inopérant. Un cinquième accès existe. Il est secondaire et resterait opérationnel
G4	faible	1 accès sur les 4 principaux est susceptible de se retrouver inopérant. Au moins 3 autres accès secondaires existent. Ils resteraient opérationnels.

Tableau 38 : Détail de la réduction possible de l'accessibilité des zones
(logique endotrope de proximité).



Carte 61 : Remise en cause de l'accessibilité des zones en cas de défaillance des enjeux majeurs les plus vulnérables du réseau routier
(logique endotrope de proximité).

La perte de fonctionnalité des sections les plus vulnérables du réseau routier n'affecte pas de manière homogène le district. Les secteurs qui ne comportent pas d'enjeux majeurs de la mobilité ne sont logiquement pas concernés. Ces secteurs correspondent aux zones rurales situées à l'ouest et au nord du district (19 zones). En revanche, dans les zones urbaines et suburbaines orientales, l'incidence de la défaillance d'un enjeu majeur de la mobilité est loin d'être négligeable. Sur un ensemble de 25 zones, 14 sont susceptibles de connaître une réduction au moins modérée de leur accessibilité. Certaines pourraient même se retrouver dans une situation proche de l'isolement (zones B4, C3, C4 et F1).

Cette première approche considère donc pour chaque zone du district les possibilités de voir leur accessibilité compromise du fait des vulnérabilités de leurs accès immédiats. Cette approche peut être complétée par une deuxième analyse qui considère l'accessibilité des zones à partir d'un lieu de provenance déterminé.

2.2.3 – Réduction de l'accessibilité selon la logique centripète (accès à la ville) compte tenu de la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité

2.2.3.1 – Principe et méthode de calcul

L'objectif de cette section est de mesurer l'incidence sur les zones de la fermeture des cinq axes les plus vulnérables identifiés précédemment. Pour cela, nous avons évalué le détour nécessaire pour accéder à chaque zone en cas de défaillance d'un ou plusieurs axes. Nous avons retenu 6 lieux de provenance (origines) :

- depuis *Otavalo – Cayambe* (NE)
- depuis l'Amazonie par *Baeza* (E)
- depuis la vallée de *Los Chillos* (SE)
- depuis le Sud du District par *Aloag* (S)
- depuis la moitié sud de la ville (sud du *Panecillo*)
- depuis la moitié nord de la ville (nord du *Panecillo*)

Les lieux de destination correspondent à un point central de chaque zone. Pour pouvoir être comparées, les distances en situation normale et en situation perturbée sont bien sûr calculées entre un même point de départ (un carrefour, début de la déviation) et un même point d'arrivée. L'ampleur du détour a été évaluée à partir du critère de « distance kilométrique ». L'itinéraire de délestage le plus probable a été choisi en fonction des avis de nos partenaires municipaux et amis quiténiens qui se sont prononcés sur le chemin qu'ils choisiraient en cas de fermeture d'un des cinq axes. Ces avis reposent sur la pratique et tiennent compte de la « durée », du « caractère payant » ou encore des « dénivelés » du parcours. En effet, les itinéraires les plus courts ne sont pas forcément ceux qui seront empruntés par les conducteurs qui préfèreront d'autres itinéraires plus longs mais sans péage ou plus rapides (voie à grand gabarit, comportant moins de feux de signalisation). Ceci dit, les alternatives ne sont pas légion, a fortiori pour accéder à la ville quel que soit le lieu de provenance.

L'importance des détours a été déterminée en fonction de l'allongement de la distance habituelle comme l'indique le tableau 39 :

Allongement de la distance habituelle par :	Importance des détours
[1,1 – 1,5 [	assez faible
[1,5 – 2 [	moyen
[2 – 3 [	élevé
plus de 3	très élevé

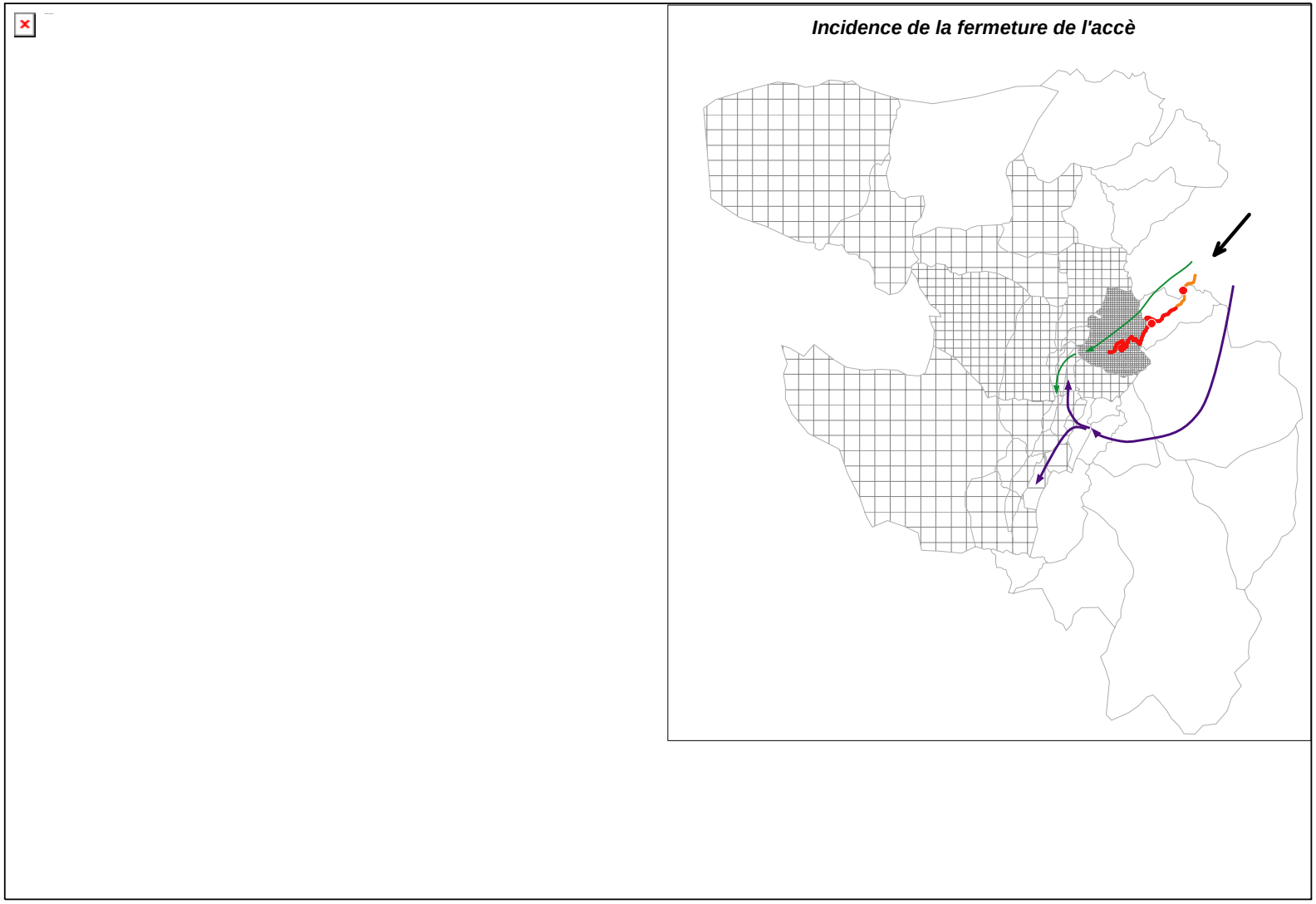
Tableau 39 : Importance des détours en fonction de l'allongement de la distance habituelle.

Nota : la fermeture d'un axe n'a pas toujours d'incidence (en effet, certains accès ne servent pas à atteindre certaines zones. D'autre part, l'itinéraire de délestage n'est pas forcément plus long que l'itinéraire normal). A noter aussi que plus la zone de destination est éloignée, moins le poids du détour est important, et peut même apparaître au final comme insignifiant.

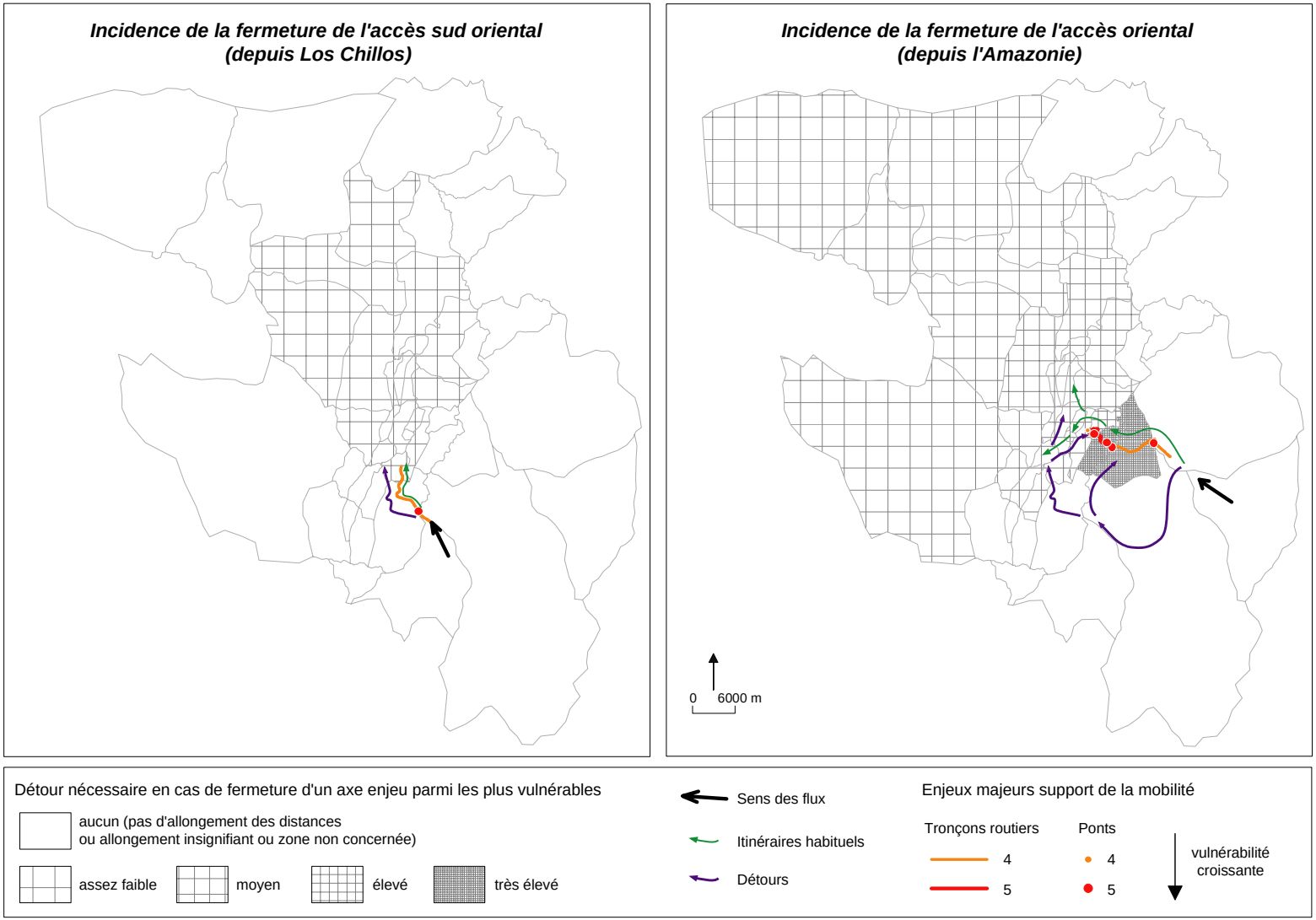
Deux cas de figure ont été envisagés : la fermeture d'un seul axe à la fois et la fermeture simultanée de tous les axes les plus vulnérables. Le premier cas s'observe occasionnellement, lors de travaux de réfection ou d'entretien de la voirie, lors de blocage en cas de soulèvement indigène, ou encore lors de la survenance d'aléas localisés (glissement de terrain). Le deuxième cas de figure relève d'une situation exceptionnelle, qui ne s'est encore jamais produite, mais qui n'est pas complètement dénuée de tout sens dans la mesure où des phénomènes susceptibles d'entraîner des dommages majeurs menacent l'aire métropolitaine. Par exemple, l'éruption du volcan *Cotopaxi* et les lahars associés neutraliseraient trois des cinq principaux accès à la ville en emportant les ponts de la Panaméricaine Nord, de la route *Interoceánica* et l'autoroute *Rumiñahui*. Seuls les accès par la Panaméricaine Sud et par la route Nord Orientale (*La Independencia – Calacalí*) resteraient fonctionnels (DEMORAES F., 2002). De son côté, une forte secousse sismique pourrait entraîner la fermeture des accès principaux, compte tenu de l'effondrement des infrastructures routières comportant un tablier aérien. En effet, face à un séisme très sévère (PGA = 0,40 g), un tiers des 90 infrastructures recensées dans le district ont plus de 50 % de probabilité d'expérimenter des dommages modérés, étendus ou complets (ATIAGA G., DEMORAES F., 2002). Les quatre accès par la Panaméricaine Nord, la route *Interoceánica*, l'autoroute *Rumiñahui* et la Panaméricaine Sud seraient en conséquence probablement hors service. L'accès serait vraisemblablement maintenu par la route Nord Orientale et par l'ancienne route à *Conocoto* (depuis la vallée de *Los Chillos*). Pour l'analyse qui suit, nous retenons ce deuxième scénario bien qu'incomplet. Il aurait été souhaitable de pouvoir tenir compte également des autres effets induits par un tremblement de terre tels que les glissements de terrain, les chutes de débris sur les chaussées, mais, nous ne disposions pas de données suffisantes dans ces domaines.

2.2.3.2 – Incidence de la fermeture d'un axe

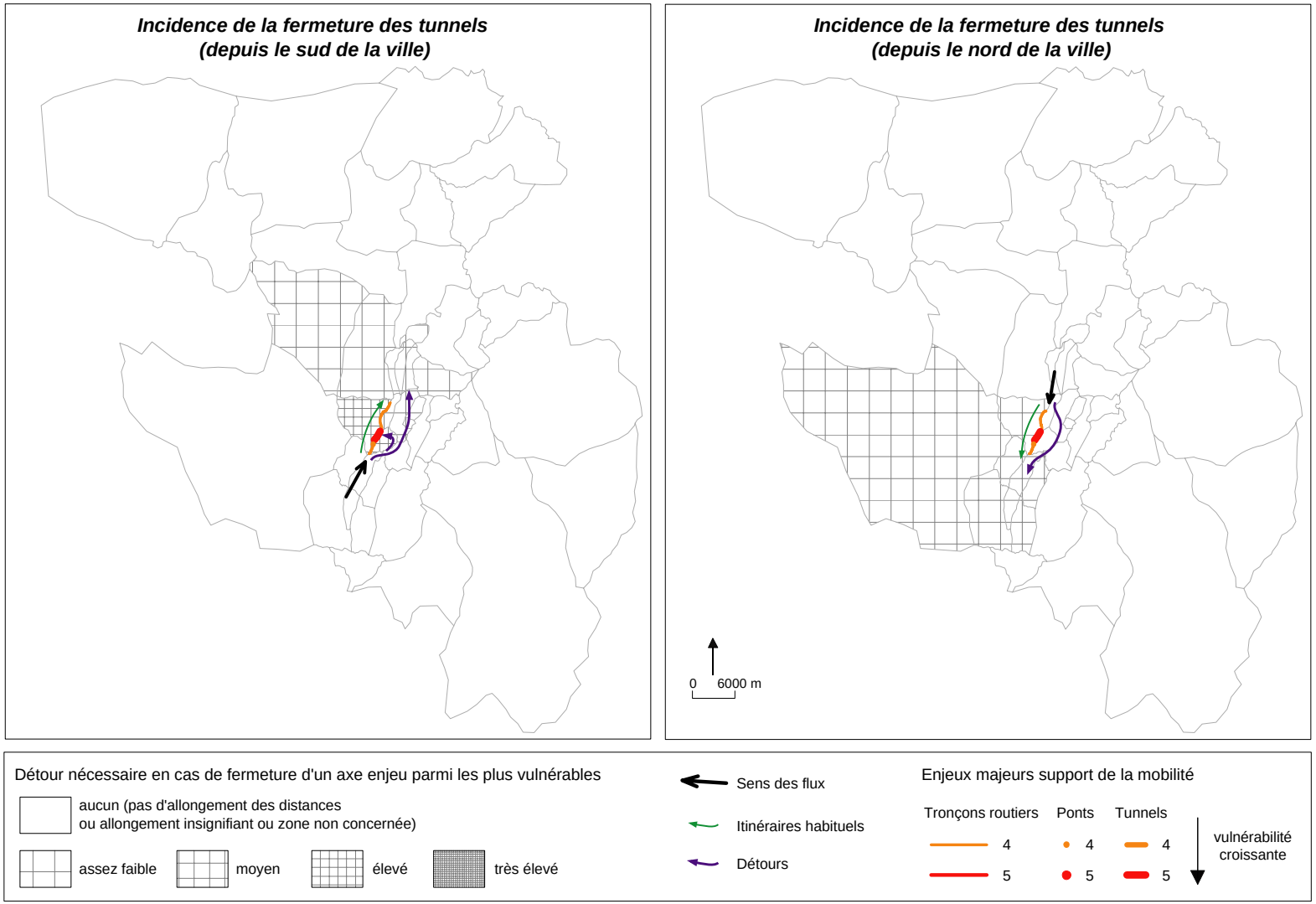
Un jeu de six cartes a été réalisé (cartes 62, 63 et 64). Elles permettent d'observer que la fermeture des axes peut avoir des incidences très variables et que l'obstruction de certains axes est beaucoup plus pénalisante que d'autre. C'est le cas en particulier des fermetures de la Panaméricaine Sud, de la Panaméricaine Nord et de la route *Interoceánica* qui ont un impact spatial très étendu et entraînent les plus importants détours.



Carte 62 : Réduction d'accessibilité compte tenu de la fermeture d’un axe enjeu majeur parmi les plus vulnérables (série A).



Carte 63 : Réduction d'accessibilité compte tenu de la fermeture d'un axe enjeu majeur parmi les plus vulnérables (série B).



Carte 64 : Réduction d'accessibilité compte tenu de la fermeture d'un axe enjeu majeur parmi les plus vulnérables (série C).

2.2.3.3 – Incidence de la fermeture simultanée des cinq axes

Les connexions depuis chacun des six lieux de provenance en direction des 44 zones ont été analysées. Pour certaines connexions, la fermeture simultanée des cinq axes les plus vulnérables n'a aucune incidence, car leur accès se fait par des itinéraires n'intégrant pas ces axes. C'est le cas en particulier des secteurs L1, L2, L3 et L4 au nord de l'agglomération plus facilement accessibles depuis *Otavalo* ou *Cayambe*. En revanche, pour accéder à la plupart des secteurs, le fait que les cinq axes soient fermés en même temps rallonge souvent considérablement les détours par rapport à ceux mesurés lorsqu'un seul axe est fermé. En effet, l'itinéraire de délestage doit tenir compte des autres routes barrées. C'est le cas en particulier des connexions entre *Cayambe* et les espaces central et nord de la ville de Quito qui sont considérablement allongées compte tenu de la fermeture de la Panaméricaine Nord, de la route *Interoceánica* et de l'autoroute *Rumiñahui*. Un premier jeu de six cartes permet de montrer cette situation (voir cartes 65, 66, 67).

A partir de cette analyse, une synthèse a été réalisée. Pour chacune des six situations, l'allongement des distances a été valoré comme l'indique le tableau suivant :

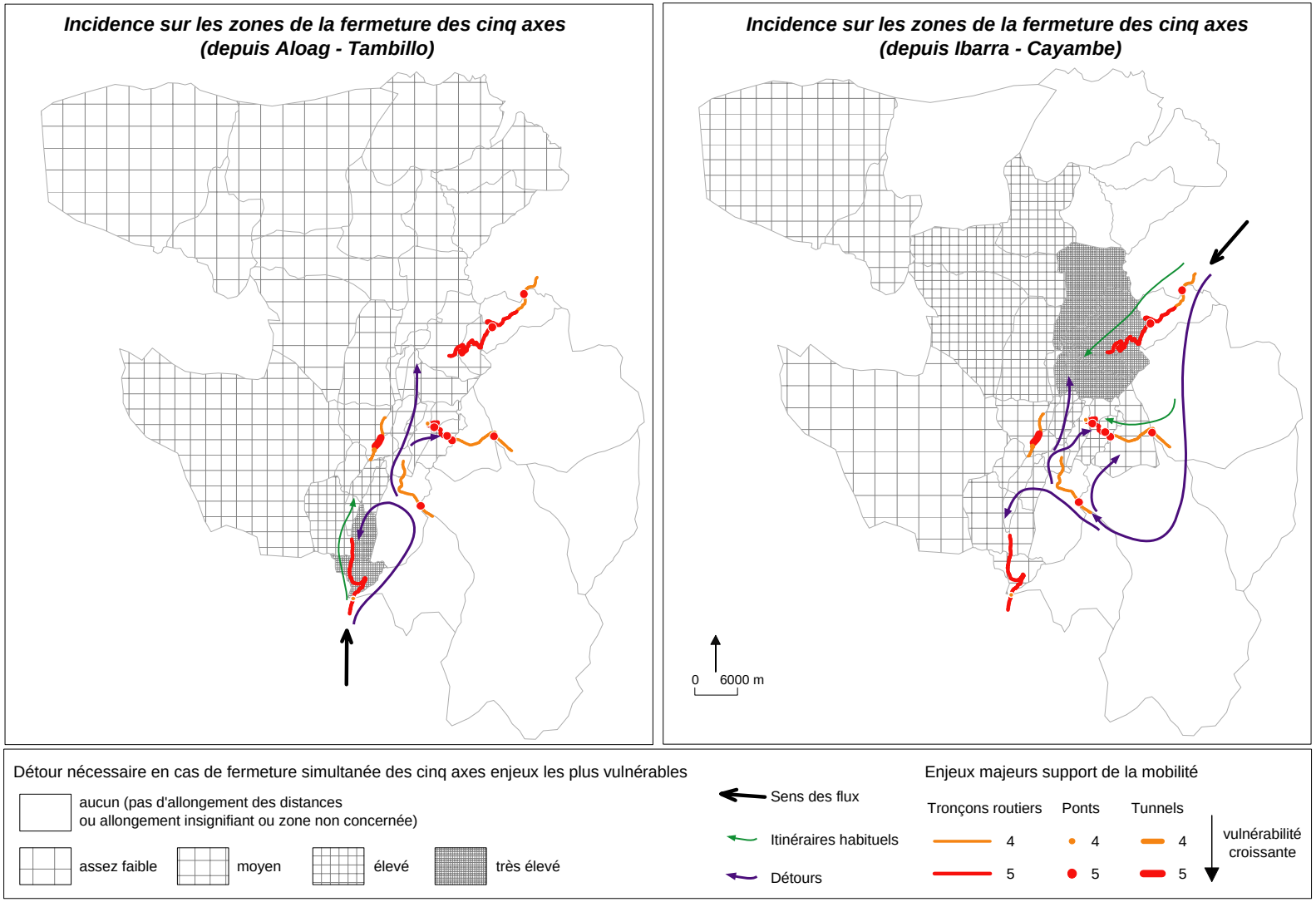
Allongement des distances	**Valeur associée**
Aucun allongement, allongement insignifiant ou zone non concernée	0
Allongement assez faible	1
Allongement moyen	2
Allongement élevé	3
Allongement très élevé	4

Tableau 40 : Valoration des détours.

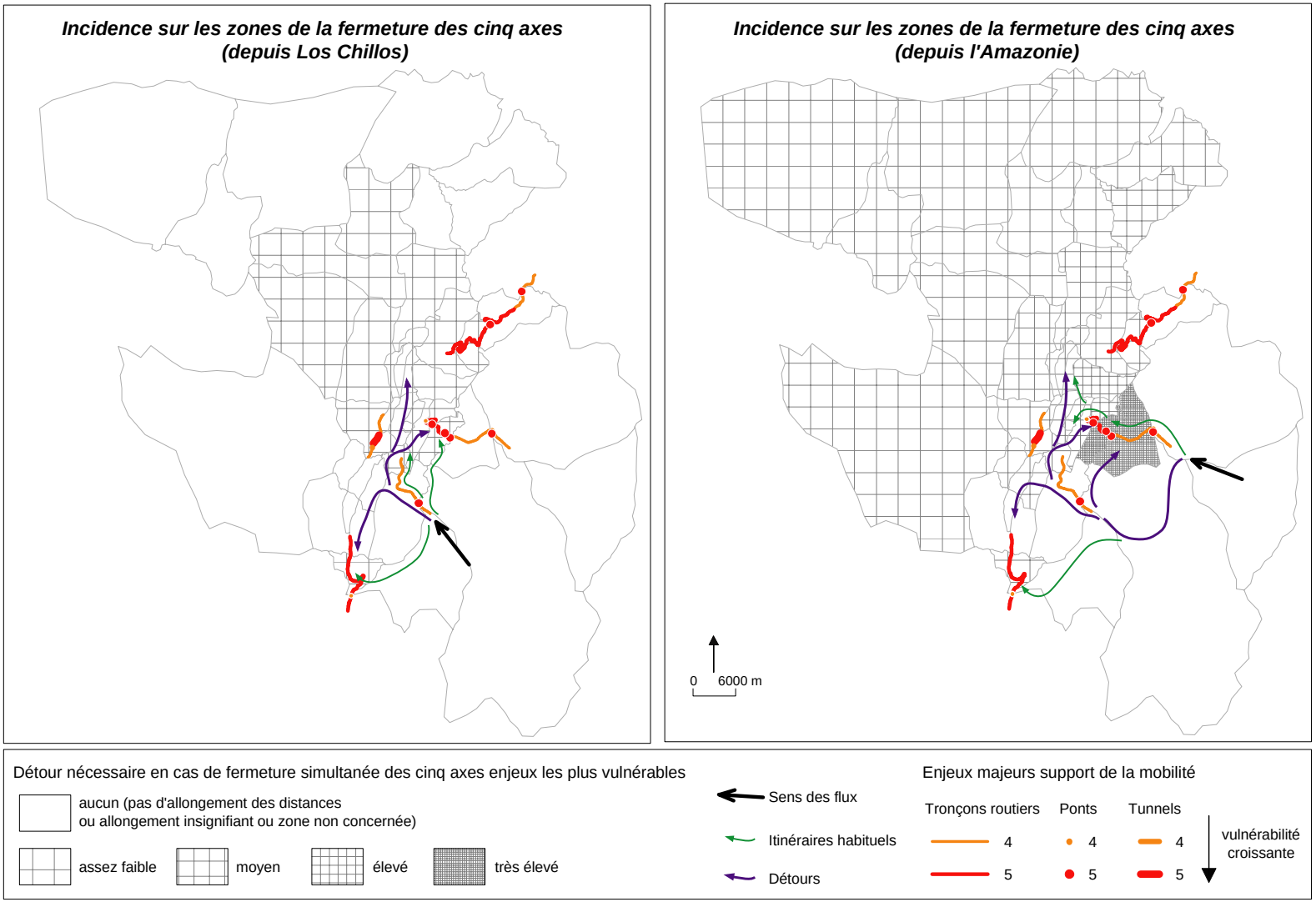
Les valorations ont ensuite été additionnées. A partir de là, nous avons déterminé la vulnérabilité des zones compte tenu de la rupture simultanée des différents axes enjeux majeurs les plus vulnérables. Cinq classes ont été individualisées (tableau 41).

Somme des valeurs associées à l'allongement des distances (depuis les six lieux de provenance)	**Vulnérabilité des zones compte tenu des détours nécessaires réduisant leur accessibilité en cas de fermeture simultanée des 5 axes enjeux les plus vulnérables**
[0 - 1 [	nulle
[1 - 5 [	assez faible
[5 - 7 [	assez forte
[7 - 9 [	forte
> 9	très forte

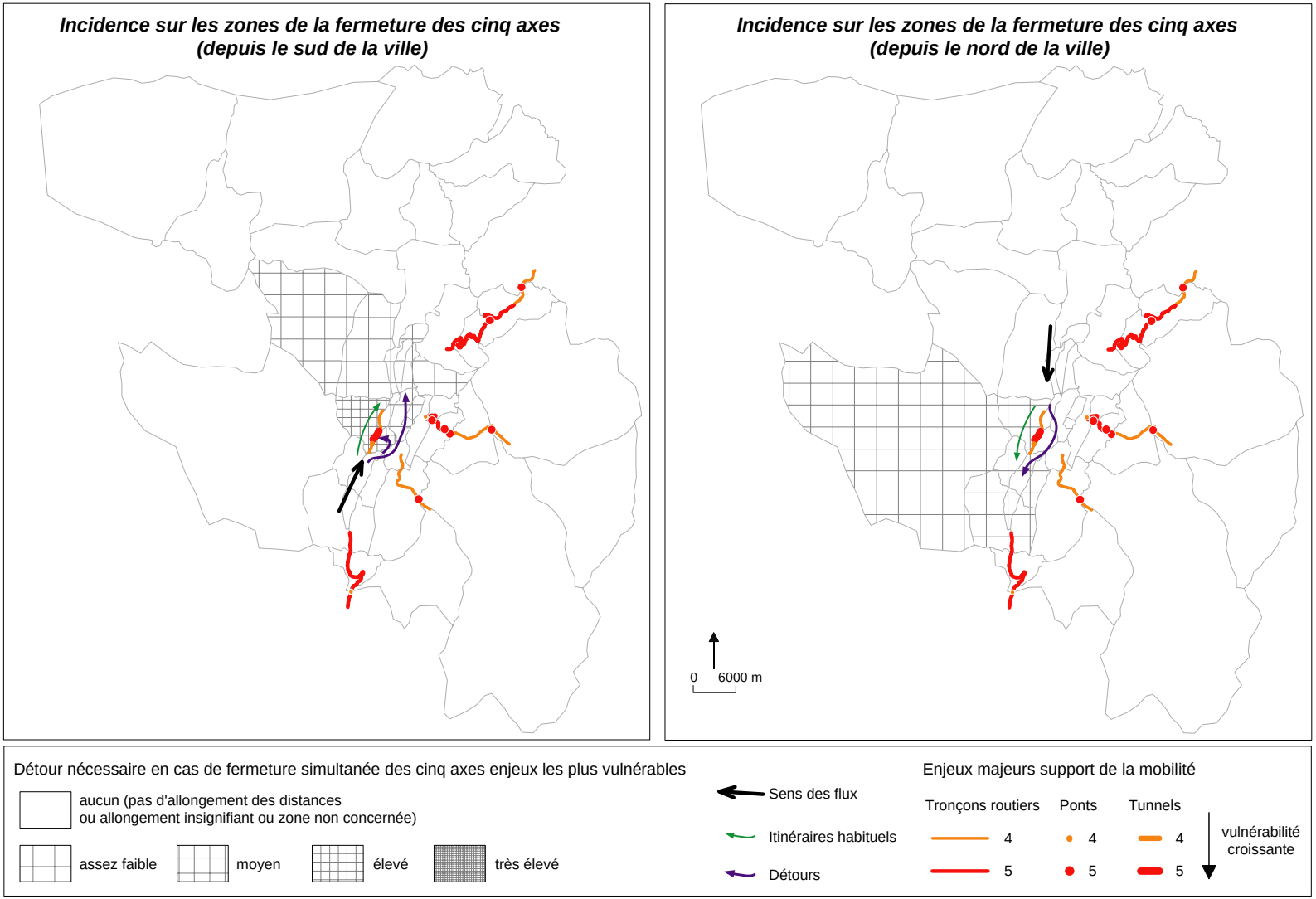
Tableau 41 : Détermination des niveaux de vulnérabilité des zones associés à l'allongement des distances.



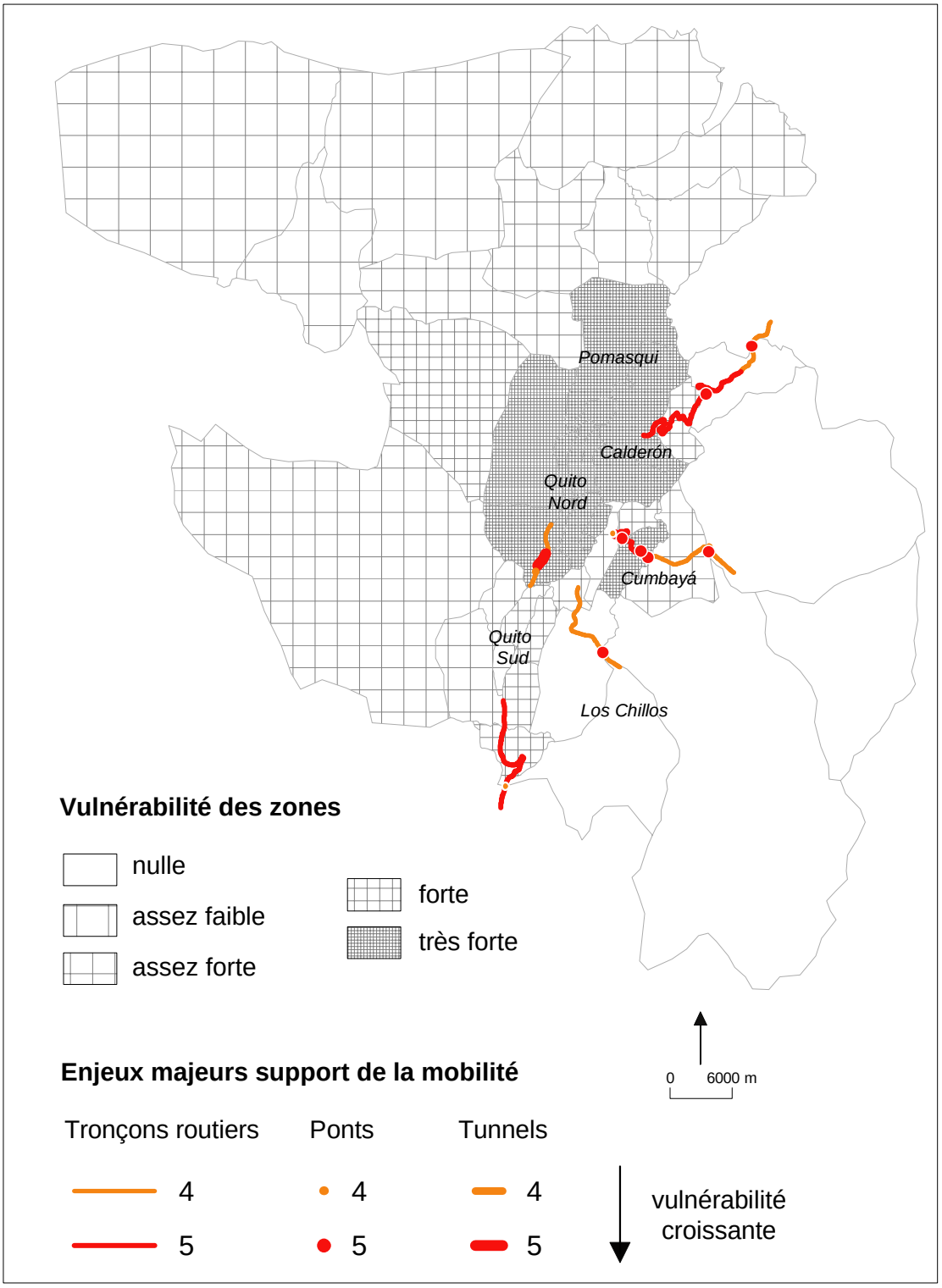
Carte 65 : Réduction de l'accessibilité compte tenu de la fermeture simultanée des axes enjeux majeurs les plus vulnérables (série A).



Carte 66 : Réduction de l'accessibilité compte tenu de la fermeture simultanée des axes enjeux majeurs les plus vulnérables (série B).



Carte 67 : Réduction de l'accessibilité compte tenu de la fermeture simultanée des axes enjeux majeurs les plus vulnérables (série C).



Carte 68 : Vulnérabilité des zones compte tenu des détours nécessaires réduisant leur accessibilité en cas de fermeture simultanée des cinq axes enjeux les plus vulnérables (synthèse).

Etant donnés les lieux de provenance retenus (logique centripète depuis le nord-est, l'est, le sud-est et le sud), ce sont logiquement les secteurs de la moitié ouest du district qui ressortent comme étant particulièrement vulnérables compte tenu des détours nécessaires à effectuer pour les atteindre en cas de fermeture simultanée des cinq axes enjeux majeurs les plus vulnérables (carte 68). Dans le détail, la ville dans sa moitié nord, les parties suburbaines nord (*Pomasqui*) et nord-est (*Calderón*) ainsi que la zone de *Cumbayá* sont les secteurs qui ressortent en position la plus défavorable. La partie sud de la ville apparaît légèrement moins vulnérable du fait de l'existence d'une route secondaire qui la relie à la vallée de *Los Chillos*, route qui n'a pas d'équivalent pour atteindre la partie nord de la ville depuis la vallée de *Tumbaco* (un seul axe, la route *Interoceánica*, existe). Le secteur de *Cumbayá* pour sa part, est principalement accessible par l'intermédiaire de deux ponts très fortement vulnérables, ce qui permet de comprendre l'ampleur du détour à effectuer pour s'y rendre en cas de rupture de ces deux points d'entrée principaux.

2.3 – Synthèse : de la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité à la vulnérabilité de l'accessibilité

L'accessibilité du district a été analysée aussi bien en période habituelle que dans des situations particulières associées à la perte de fonctionnalité d'une partie du réseau routier. Ces différentes analyses mettent en évidence des situations très disparates au sein du district avec des secteurs habituellement défavorisés ou susceptibles de le devenir. Pour repérer les portions du réseau routier les plus sujettes à une perte de fonctionnalité, nous nous sommes servis de l'analyse de vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité (troisième partie). Cette démarche nous a permis d'identifier en particulier les zones qui risquent le plus de voir leur accessibilité fortement remise en cause.

La vulnérabilité des enjeux-objets de la mobilité renseigne donc sur la vulnérabilité de l'accessibilité et donc finalement sur une forme de vulnérabilité des zones. A partir de cette vulnérabilité spatiale, il va nous être possible de proposer quelques réflexions sur les risques encourus par le district compte tenu de la localisation des enjeux du fonctionnement du système territorial urbain (hôpitaux, entreprises, antennes de télécommunication, centrales électriques...).

3 – Vulnérabilité de l'accessibilité, enjeux et risques

L'objectif de cette section est d'évaluer les risques auxquels est exposé le district compte tenu des problèmes d'accessibilité habituelle et des possibilités de réduction de l'accessibilité. Ces problèmes pourraient être préjudiciables aux populations, handicaper certains enjeux et par conséquent porter atteinte au fonctionnement du district et/ou poser des difficultés pour affronter une crise.

3.1 – Principe et méthode d'évaluation des risques à partir de la vulnérabilité de l'accessibilité et de la localisation des enjeux

3.1.1 – Types d'enjeux et échelles

3.1.1.1 – Enjeux de fonctionnement, de crise et de récupération

Dans les analyses de risque sont généralement dissociées trois phases : le fonctionnement, la gestion de crise et la période de récupération. A chaque phase sont associés des enjeux. Ces enjeux coexistent au sein d'un système territorial et peuvent être spécifiques d'une phase. Par exemple, un PC de crise est un enjeu pour gérer une situation d'urgence mais n'est pas un enjeu pour le fonctionnement normal. Ceci étant, il n'est pas rare que des éléments du système territorial soient des enjeux dans plusieurs phases. C'est le cas en particulier des hôpitaux qui constituent des enjeux majeurs pour les soins et le traitement des malades en temps normal et qui constituent également des enjeux de crise notamment pour l'accueil et la prise en charge des sinistrés. D'une manière générale, le rattachement des enjeux à une phase donnée n'est pas toujours aisé. Dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le DMQ », ont tout d'abord été identifiés les enjeux de fonctionnement, divisés en trois catégories[190] :

- 1 / les enjeux des habitants et de leurs besoins,
- 2 / les enjeux de la logistique urbaine,
- 3 / les enjeux de l'économie et de la gestion du district.

Parmi ces enjeux, nous avons repéré ceux qui peuvent aussi être des enjeux de crise, notamment les enjeux de la logistique urbaine (aliments, télécommunication, énergie..). A ceux-là, nous avons rajouté des enjeux plus spécifiques à la gestion des situations d'urgence. Il s'agit d'enjeux pour la prise en charge des sinistrés. Compte tenu de l'état d'avancement encore non définitif des travaux à Quito, nous n'avons pas pu considérer les enjeux de récupération.

3.1.1.2 – Enjeux et échelles

Tous les enjeux n'ont pas la même échelle d'influence. Certains assurent une fonction sur l'ensemble d'une région métropolitaine ou d'une agglomération, d'autres ont un rayonnement beaucoup plus localisé. L'attractivité d'une université dépasse bien souvent l'échelle de la ville. Certains centres hospitaliers spécialisés ont une zone d'influence très vaste, alors qu'un dispensaire n'assure un rôle que sur le voisinage proche. L'aire de chalandise de certains commerces est également fort variable. Plus le service ou le produit proposé est rare, plus

[190] Voir R. D'ERCOLE, P. METZGER, 2002, « *Los Lugares esenciales del Distrito Metropolitano de de Quito* »

l'aire de chalandise s'étend. Dans le même ordre d'idée, certaines infrastructures (télécommunication, électricité) assurent une couverture très hétérogène qui peut aller du quartier à un arrondissement et jusqu'à une ville toute entière. La remise en cause de l'accessibilité des zones supports d'enjeux peut pénaliser les différents types d'enjeux et laisse pressentir des impacts à des échelles distinctes. Ceci étant, certains éléments ne ressortant pas parmi les enjeux majeurs du fonctionnement à l'échelle du district, peuvent localement devenir de véritables enjeux de crise pour remédier à une urgence. Par exemple, un dispensaire est un enjeu local pour donner les premiers soins en cas de sinistre. Son rôle sera d'autant plus important que l'accessibilité de la zone est mauvaise ou qu'elle a été fortement réduite compte tenu de l'endommagement d'un ou de plusieurs de ses accès. C'est pourquoi nous avons également identifié les enjeux vitaux de proximité.

3.1.2 – Localisation des enjeux et accessibilité : identification des configurations à risque

Nous avons donc superposé la localisation des différents types d'enjeux et les cartes d'accessibilités habituelle et en temps de crise. Pour évaluer les risques les plus probables, nous nous sommes focalisés sur les zones les plus vulnérables. Les zones les plus vulnérables sont celles dont l'accessibilité est très vulnérable compte tenu des vulnérabilités des enjeux majeurs de la mobilité préalablement analysées. Ces zones les plus vulnérables peuvent de surcroît être faiblement accessibles d'ordinaire. A partir de là, nous avons essayé de repérer les situations qui sont susceptibles d'aboutir à des risques ou d'entraîner des dysfonctionnements. Par exemple, la faible présence en enjeux de crise de proximité (dans les domaines de la santé, de l'approvisionnement en eau et en nourriture) laisse pressentir des risques de pénuries sanitaires et alimentaires dont pourront souffrir les populations d'un secteur en cas d'isolement. De même, une centrale électrique majeure pour le fonctionnement du district située dans une zone susceptible de se retrouver isolée laisse présager un risque de coupure électrique plus ou moins étendue en cas de défaillance de la centrale, car les équipes de réparation pourront avoir du mal à l'atteindre. Enfin, la localisation d'un grand nombre de supermarchés dans la zone la plus vulnérable face à la fermeture des accès à la ville laissent présager certains problèmes de retard dans les livraisons et un risque de désapprovisionnement en denrées périssables.

L'objectif de cette partie étant de proposer quelques réflexions sur les risques, nous avons choisi quelques exemples illustratifs. Trois cas de figure ont été envisagés :

- Les risques encourus compte tenu de la vulnérabilité des populations attribuable à la faible présence d'enjeux de crise de proximité dans des zones susceptibles de voir leur accessibilité très fortement compromise.

- Les risques encourus compte tenu de la localisation d'enjeux majeurs pour le fonctionnement du district dans des zones susceptibles de voir leur accessibilité très fortement compromise.

- Les risques encourus compte tenu de la localisation d'enjeux majeurs dépendant des échanges en provenance de l'extérieur du DMQ ou des vallées orientales, dans des zones susceptibles de ne se retrouver accessibles qu'au prix d'importants détours.

3.2 – Isolement, enjeux de proximité et risques dans le District Métropolitain de Quito

3.2.1 – Principe et critères retenus

En cas de survenue d'un phénomène (séisme, lahar..) pouvant entraîner des victimes, des dommages aux infrastructures routières, au bâti et des dysfonctionnements dans les réseaux urbains (comme celui de l'eau), alors certains secteurs se trouveraient en situation défavorable voire très défavorable par rapport à d'autres compte tenu du fait que leur accessibilité pourrait être fortement remise en cause et compte tenu du fait qu'ils sont peu pourvus en enjeux de crise de proximité. Nous avons donc déterminé l'existence d'enjeux vitaux de proximité dans les zones dont la réduction de l'accessibilité est susceptible d'être forte ou très forte en cas de défaillance des enjeux majeurs du réseau routier les plus vulnérables[191] (logique endotrope de proximité). La faible présence de ces enjeux vitaux de proximité renseigne donc sur la vulnérabilité des populations habitant ces zones et fournit des pistes pour la compréhension des risques associés prévisibles.

Huit enjeux vitaux de proximité ont été retenus et classés en quatre groupes :

1 / disponibilité en eau :
- capacité des réservoirs d'eau (en m^3)
- existence d'eau de puits (litre/seconde)

2 / disponibilité en nourriture :
- nombre de points de vente d'aliments
- nombre de lieux de stockage d'aliments

3 / présence de capacités médicales
- nombre de centres médicaux
- nombre de lits d'hospitalisation

4 / possibilité de prise en charge des sinistrés
- nombre d'ambulances
- nombre de refuges

3.2.2 – Méthode d'analyse et cartographie

Pour évaluer le niveau de représentation des enjeux de proximité dans chaque zone, la détermination d'un point de repère s'est avérée nécessaire. Nous avons donc calculé le nombre d'enjeux de proximité disponibles, rapporté aux foyers sur l'ensemble de l'agglomération. Ensuite, pour chaque zone, nous avons calculé le nombre d'enjeux de crise de proximité également rapporté aux foyers (voir tableaux 42 et 43). Les valeurs des zones ont ensuite été comparées à la moyenne de l'agglomération. Quand la disponibilité est inférieure à celle observée sur l'ensemble de l'agglomération, la valeur « -1 » a été attribuée à la zone. Lorsque la disponibilité est comparable à la moyenne de l'agglomération, la valeur « 0 » a été octroyée. Enfin lorsque la disponibilité est supérieure à la moyenne de l'agglomération, la valeur « 1 » a été donnée. Ces valeurs ont ensuite été additionnées et une carte de la vulnérabilité des populations dans les zones susceptibles de se retrouver isolées a été réalisée (carte 69).

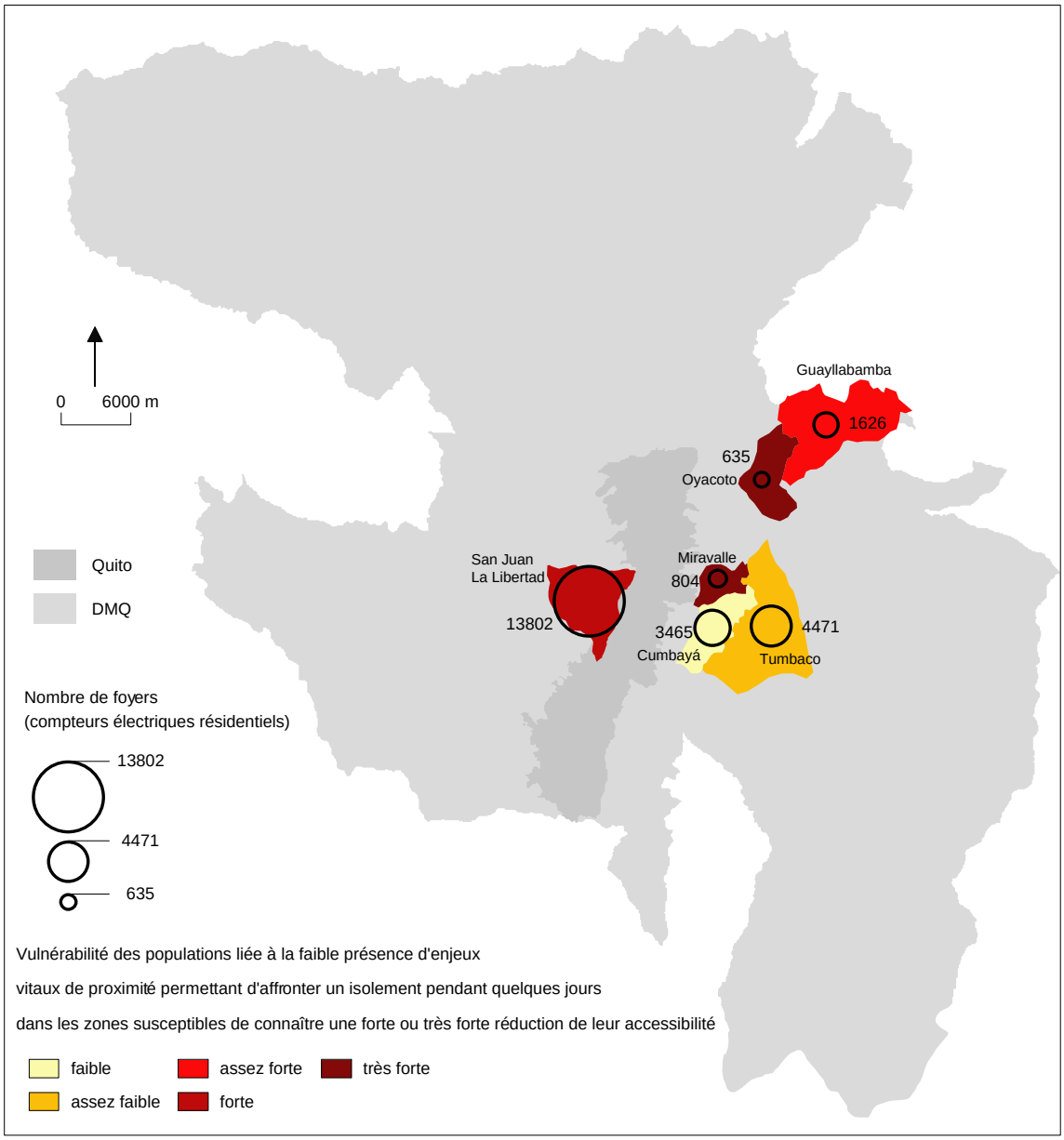
[191] Il s'agit des zones B4, C4, F1, B3, C2 et C3., voir carte 61.

	POPULATION	EAU								NOURRITURE							
zones	nombre de compteurs électriques résidentiels	capacité des réservoirs d'eau m^3	dispo eau m^3 par foyer	écarts par rapport à la moyenne de l'agglo	valoration	eau des puits litre/seconde	dispo eau l/s par foyer	écarts par rapport à la moyenne de l'agglo	valoration	points de vente aliments	dispo points de vente par 10 000 foyers	écarts par rapport à la moyenne de l'agglo	valoration	lieux de stockage aliments	dispo lieu stockage par 10 000 foyers	écarts par rapport à la moyenne de l'agglo	valoration
B4	***635***	***0***	***0,00***	***-0,73***	***-1***	***0,00***	***0,00***	***-2,51***	***-1***	***0***	***0,00***	***-2,86***	***-1***	***0***	***0,00***	***-0,45***	***-1***
H3	7763	6100	0,79	0,06	0	2,00	0,26	-2,26	-1	0	0,00	-2,86	-1	0	0,00	-0,45	-1
C4	***804***	***1775***	***2,21***	***1,48***	***1***	***0,00***	***0,00***	***-2,51***	***-1***	***0***	***0,00***	***-2,86***	***-1***	***0***	***0,00***	***-0,45***	***-1***
F6	223	4100	18,39	17,66	1	0,00	0,00	-2,51	-1	0	0,00	-2,86	-1	0	0,00	-0,45	-1
D2	9516	150	0,02	-0,71	-1	4,16	0,44	-2,08	-1	2	2,10	-0,76	-1	1	1,05	0,60	1
F7	3257	410	0,13	-0,60	-1	0,00	0,00	-2,51	-1	0	0,00	-2,86	-1	0	0,00	-0,45	-1
B5	14875	2950	0,20	-0,53	-1	19,62	1,32	-1,20	0	3	2,02	-0,84	-1	1	0,67	0,22	1
G3	12887	11080	0,86	0,13	1	8,50	0,66	-1,86	-1	3	2,33	-0,53	-1	0	0,00	-0,45	-1
F1	***13802***	***12457***	***0,90***	***0,17***	***1***	***0,00***	***0,00***	***-2,51***	***-1***	***5***	***3,62***	***0,77***	***1***	***0***	***0,00***	***-0,45***	***-1***
D3	11465	9200	0,80	0,07	0	114,00	9,94	7,43	1	2	1,74	-1,11	-1	0	0,00	-0,45	-1
H1	17661	13200	0,75	0,02	0	70,00	3,96	1,45	0	2	1,13	-1,72	-1	0	0,00	-0,45	-1
E1	19320	20100	1,04	0,31	1	105,00	5,43	2,92	1	4	2,07	-0,79	-1	1	0,52	0,07	0
G4	28447	45900	1,61	0,89	1	11,00	0,39	-2,13	-1	8	2,81	-0,04	0	0	0,00	-0,45	-1
G1	17236	2500	0,15	-0,58	-1	0,00	0,00	-2,51	-1	5	2,90	0,04	0	0	0,00	-0,45	-1
E6	7177	2250	0,31	-0,41	-1	5,00	0,70	-1,82	-1	2	2,79	-0,07	0	1	1,39	0,94	1
E4	14392	21350	1,48	0,76	1	10,00	0,69	-1,82	-1	2	1,39	-1,47	-1	0	0,00	-0,45	-1
E2	23594	0	0,00	-0,73	-1	70,10	2,97	0,46	0	6	2,54	-0,31	-1	1	0,42	-0,03	0
G2	44586	0	0,00	-0,73	-1	0,00	0,00	-2,51	-1	14	3,14	0,28	1	3	0,67	0,22	1
B3	***1626***	***100***	***0,06***	***-0,67***	***-1***	***0,00***	***0,00***	***-2,51***	***-1***	***1***	***6,15***	***3,29***	***1***	***0***	***0,00***	***-0,45***	***-1***
A0	389	0	0,00	-0,73	-1	0,00	0,00	-2,51	-1	0	0,00	-2,86	-1	0	0,00	-0,45	-1
H2	4552	10000	2,20	1,47	1	64,50	14,17	11,65	1	2	4,39	1,54	1	0	0,00	-0,45	-1
A2	7633	4000	0,52	-0,20	-1	79,24	10,38	7,87	1	2	2,62	-0,24	-1	0	0,00	-0,45	-1
F4	3602	22200	6,16	5,44	1	0,00	0,00	-2,51	-1	1	2,78	-0,08	0	0	0,00	-0,45	-1
F5	28891	7100	0,25	-0,48	-1	10,00	0,35	-2,17	-1	12	4,15	1,30	1	1	0,35	-0,10	-1
C2	***4471***	***3400***	***0,76***	***0,03***	***0***	***92,00***	***20,58***	***18,06***	***1***	***2***	***4,47***	***1,62***	***1***	***0***	***0,00***	***-0,45***	***-1***
F2	14853	37165	2,50	1,77	1	0,00	0,00	-2,51	-1	3	2,02	-0,84	-1	1	0,67	0,22	1
C1	6992	5650	0,81	0,08	0	30,00	4,29	1,78	1	4	5,72	2,86	1	0	0,00	-0,45	-1
E5	13777	14300	1,04	0,31	1	0,00	0,00	-2,51	-1	3	2,18	-0,68	-1	1	0,73	0,27	1
E3	14609	24010	1,64	0,92	1	0,00	0,00	-2,51	-1	6	4,11	1,25	1	1	0,68	0,23	1
D1	6451	6375	0,99	0,26	1	178,71	27,70	25,19	1	3	4,65	1,79	1	0	0,00	-0,45	-1
C3	***3465***	***2000***	***0,58***	***-0,15***	***-1***	***107,12***	***30,91***	***28,40***	***1***	***2***	***5,77***	***2,91***	***1***	***1***	***2,89***	***2,43***	***1***
A1	524	600	1,15	0,42	1	5,18	9,88	7,37	1	1	19,08	16,23	1	0	0,00	-0,45	-1
F3	37133	0	0,00	-0,73	-1	17,30	0,47	-2,05	-1	14	3,77	0,91	1	5	1,35	0,90	1
Agglo	**396608**	**290422**	**0,73**			**1003,43**	**2,51**			**114**	**2,86**			**18**	**0,45**		
en caractères gras, les zones susceptibles de connaître une très forte réduction de leur accessibilité																	

Tableau 42 : Enjeux vitaux de proximité (eau et nourriture) par zone.

	POPULATION	SOINS								PRISE EN CHARGE DES SINISTRES								SYNTHESE	
zones	nombre de compteurs électriques résidentiels	centres médicaux	centres médicaux pour 100 foyers	écarts par rapport à la moyenne de l'agglo	valoration	nombre de lits d'hospitalisation	nombre de lits d'hospitalisation pour 100 foyers	écarts par rapport à la moyenne de l'agglo	valoration	nombre d'ambulances	nombre d'ambulances pour 10000 foyers	écarts par rapport à la moyenne de l'agglo	valoration	nombre de refuges (majeurs et hautement majeurs)	nombre de refuges pour 1000 foyers	écarts par rapport à la moyenne de l'agglo	valoration	total des disponibilités en enjeux de proximité	vulnérabilité
B4	***635***	***0***	***0,00***	***-0,05***	***-1***	***0***	***0,00***	***-1,10***	***-1***	***0***	***0,00***	***-1,90***	***-1***	***0***	***0,00***	***-0,43***	***-1***	***-8***	***très forte***
H3	7763	1	0,01	-0,03	-1	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	2	0,26	-0,17	-1	-7	très forte
C4	***804***	***0***	***0,00***	***-0,05***	***-1***	***0***	***0,00***	***-1,10***	***-1***	***0***	***0,00***	***-1,90***	***-1***	***0***	***0,00***	***-0,43***	***-1***	***-6***	***très forte***
F6	223	0	0,00	-0,05	-1	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	0	0,00	-0,43	-1	-6	très forte
D2	9516	1	0,01	-0,03	-1	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	1	0,11	-0,33	-1	-6	très forte
F7	3257	0	0,00	-0,05	-1	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	2	0,61	0,18	1	-6	très forte
B5	14875	6	0,04	-0,01	-1	0	0,00	-1,10	-1	1	0,67	-1,23	-1	4	0,27	-0,16	-1	-5	très forte
G3	12887	7	0,05	0,01	1	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	0	0,00	-0,43	-1	-4	forte
F1	***13802***	***5***	***0,04***	***-0,01***	***-1***	***0***	***0,00***	***-1,10***	***-1***	***0***	***0,00***	***-1,90***	***-1***	***4***	***0,29***	***-0,14***	***-1***	***-4***	***forte***
D3	11465	2	0,02	-0,03	-1	123	1,07	-0,03	0	0	0,00	-1,90	-1	4	0,35	-0,08	-1	-4	forte
H1	17661	8	0,05	0,00	0	4	0,02	-1,08	-1	0	0,00	-1,90	-1	8	0,45	0,02	0	-4	forte
E1	19320	6	0,03	-0,01	-1	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	3	0,16	-0,28	-1	-3	assez forte
G4	28447	18	0,06	0,02	1	56	0,20	-0,90	-1	0	0,00	-1,90	-1	9	0,32	-0,11	-1	-3	assez forte
G1	17236	9	0,05	0,01	1	368	2,14	1,04	1	1	0,58	-1,32	-1	6	0,35	-0,08	-1	-3	assez forte
E6	7177	2	0,03	-0,02	-1	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	6	0,84	0,40	1	-3	assez forte
E4	14392	3	0,02	-0,02	-1	19	0,13	-0,97	-1	3	2,08	0,18	0	13	0,90	0,47	1	-3	assez forte
E2	23594	12	0,05	0,01	1	373	1,58	0,48	1	1	0,42	-1,48	-1	3	0,13	-0,30	-1	-2	assez forte
G2	44586	13	0,03	-0,02	-1	72	0,16	-0,94	-1	4	0,90	-1,01	-1	24	0,54	0,11	1	-2	assez forte
B3	***1626***	***1***	***0,06***	***0,02***	***1***	***0***	***0,00***	***-1,10***	***-1***	***0***	***0,00***	***-1,90***	***-1***	***1***	***0,62***	***0,18***	***1***	***-2***	***assez forte***
A0	389	1	0,26	0,21	1	15	3,86	2,76	1	0	0,00	-1,90	-1	1	2,57	2,14	1	-2	assez forte
H2	4552	2	0,04	0,00	0	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	0	0,00	-0,43	-1	-1	assez faible
A2	7633	3	0,04	-0,01	-1	200	2,62	1,52	1	1	1,31	-0,59	0	5	0,66	0,22	1	-1	assez faible
F4	3602	1	0,03	-0,02	-1	0	0,00	-1,10	-1	3	8,33	6,42	1	3	0,83	0,40	1	-1	assez faible
F5	28891	24	0,08	0,04	1	1678	5,81	4,71	1	29	10,04	8,13	1	10	0,35	-0,08	-1	0	assez faible
C2	***4471***	***2***	***0,04***	***0,00***	***0***	***7***	***0,16***	***-0,94***	***-1***	***1***	***2,24***	***0,33***	***0***	***2***	***0,45***	***0,02***	***0***	***0***	***assez faible***
F2	14853	6	0,04	0,00	0	350	2,36	1,26	1	6	4,04	2,13	1	4	0,27	-0,16	-1	1	assez faible
C1	6992	7	0,10	0,05	1	21	0,30	-0,80	-1	0	0,00	-1,90	-1	6	0,86	0,43	1	1	assez faible
E5	13777	7	0,05	0,01	1	160	1,16	0,06	0	0	0,00	-1,90	-1	14	1,02	0,59	1	1	assez faible
E3	14609	1	0,01	-0,04	-1	0	0,00	-1,10	-1	9	6,16	4,26	1	9	0,62	0,18	1	2	faible
D1	6451	4	0,06	0,02	1	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	4	0,62	0,19	1	2	faible
C3	***3465***	***2***	***0,06***	***0,01***	***1***	***30***	***0,87***	***-0,23***	***-1***	***0***	***0,00***	***-1,90***	***-1***	***3***	***0,87***	***0,43***	***1***	***2***	***faible***
A1	524	1	0,19	0,15	1	0	0,00	-1,10	-1	0	0,00	-1,90	-1	3	5,73	5,29	1	2	faible
F3	37133	26	0,07	0,02	1	930	2,50	1,40	1	17	4,58	2,67	1	18	0,48	0,05	0	3	faible
Agglo	**396608**	**181**	**0,05**			**4406**	**1,10**			**76**	**1,90**			**172**	**0,43**				
en caractères gras, les zones susceptibles de connaître une très forte réduction de leur accessibilité																			

Tableau 43 : Enjeux vitaux de proximité (soins et prise en charge des sinistrés) par zone.



Carte 69 : Vulnérabilité des populations compte tenu de la faible présence d'enjeux de proximité vitaux (eau, nourriture, soins, prise en charge des sinistrés) dans les zones susceptibles de se retrouver isolées.

La vulnérabilité des populations compte tenu de la faible présence d'enjeux de proximité est très inégalitaire entre les six secteurs susceptibles de se retrouver isolés. Les secteurs de *Tumbaco* et *Cumbayá* sont les mieux équipés pour affronter un isolement. En effet, ces deux centralités suburbaines ont des ressources en eau comparativement assez abondantes et disposent de nombreux points de vente d'aliments. Une clinique se trouve également à *Cumbayá*. A l'opposé, *Miravalle*, *Oyacoto* et *San Juan* se trouvent les plus démunis en capacités locales de crise. Quels enseignements sur les risques encourus nous fournissent ces observations ?

3.2.3 – Réflexions sur les risques encourus

Plus de 6 % des 397 000 foyers recensés dans l'agglomération se trouvent dans les six secteurs susceptibles de se retrouver isolés. Plus de 70 % de ces 25 000 foyers sont au moins assez fortement vulnérables du fait des carences dans leur zone de résidence en enjeux de proximité permettant localement de surmonter une crise. Les risques envisageables sont de plusieurs ordres pour ces populations. L'isolement peut être associé à des pénuries en particulier d'eau et de médicaments et le risque de voir se développer des épidémies et une surmortalité n'est pas à écarter. Les zones d'*Oyacoto* et de *Miravalle* ne disposent pas de centres médicaux ni d'ambulances et la disponibilité en eau est très réduite dans le premier secteur particulièrement aride (il y tombe moins de 450 mm d'eau par an). En cas de défaillance du système d'adduction d'eau, les populations pourraient utiliser l'eau stockée dans les réservoirs dont la capacité s'élève à près de 20 000 m^3 dans les six zones. *Oyacto* et *Guayllabamba* avec moins de 100 m^3 chacune sont les plus mal loties, d'autant qu'elles ne possèdent pas non plus de captages d'eau alternatifs (puits).

Sur les 80 ambulances que compte l'agglomération, les six zones étudiées n'en détiennent qu'une seule stationnée à *Tumbaco*. Sur les neuf casernes de pompiers répertoriées dans le district aucune ne se situe dans les six zones. Ceci laisse présager des risques par rapport à la prise en charge des blessés, d'autant que les taux de motorisation des ménages sont particulièrement bas. Dans les zones de *Guayllabamba, Oyacoto* et *San Juan*, plus des deux tiers des ménages n'ont pas de véhicule personnel (voir première partie). Les deux dernières zones sont de surcroît difficilement accessibles en temps habituel compte tenu de leur topographie accidentée et du faible nombre d'accès. Le transport des blessés vers des structures médicales tout comme l'accès des secours peu présents localement peut donc y être très problématique et participer à l'augmentation des décès prématurés.

En dehors de ces aspects directement liés aux risques encourus lors d'une crise, des risques existent également à moyen terme. En effet, la concrétisation des ruptures d'accessibilité, c'est-à-dire le passage d'un risque potentiel à une menace avérée, peut avoir des impacts sur le prix du foncier dans les zones en question. En effet, la prise de conscience de ne plus pouvoir accéder à un secteur contribue à ternir son image, et peut aboutir à son délaissement de la part des investisseurs. Ce risque n'est pas négligeable en particulier dans la vallée de *Tumbaco* et *Cumbayá* qui comporte des secteurs économiques en développement et un foncier particulièrement onéreux comparable à celui de l'espace central de Quito.

La perte d'accessibilité d'un lieu laisse présager des risques pour les populations locales compte tenu de leur incapacité à affronter une crise imputable à un manque d'enjeux vitaux de proximité et laisse entrevoir des risques à moyen terme. Cette perte d'accessibilité peut aussi pénaliser certains enjeux majeurs pour le fonctionnement du district.

3.3 – Isolement, enjeux majeurs du fonctionnement et risques dans le District Métropolitain de Quito

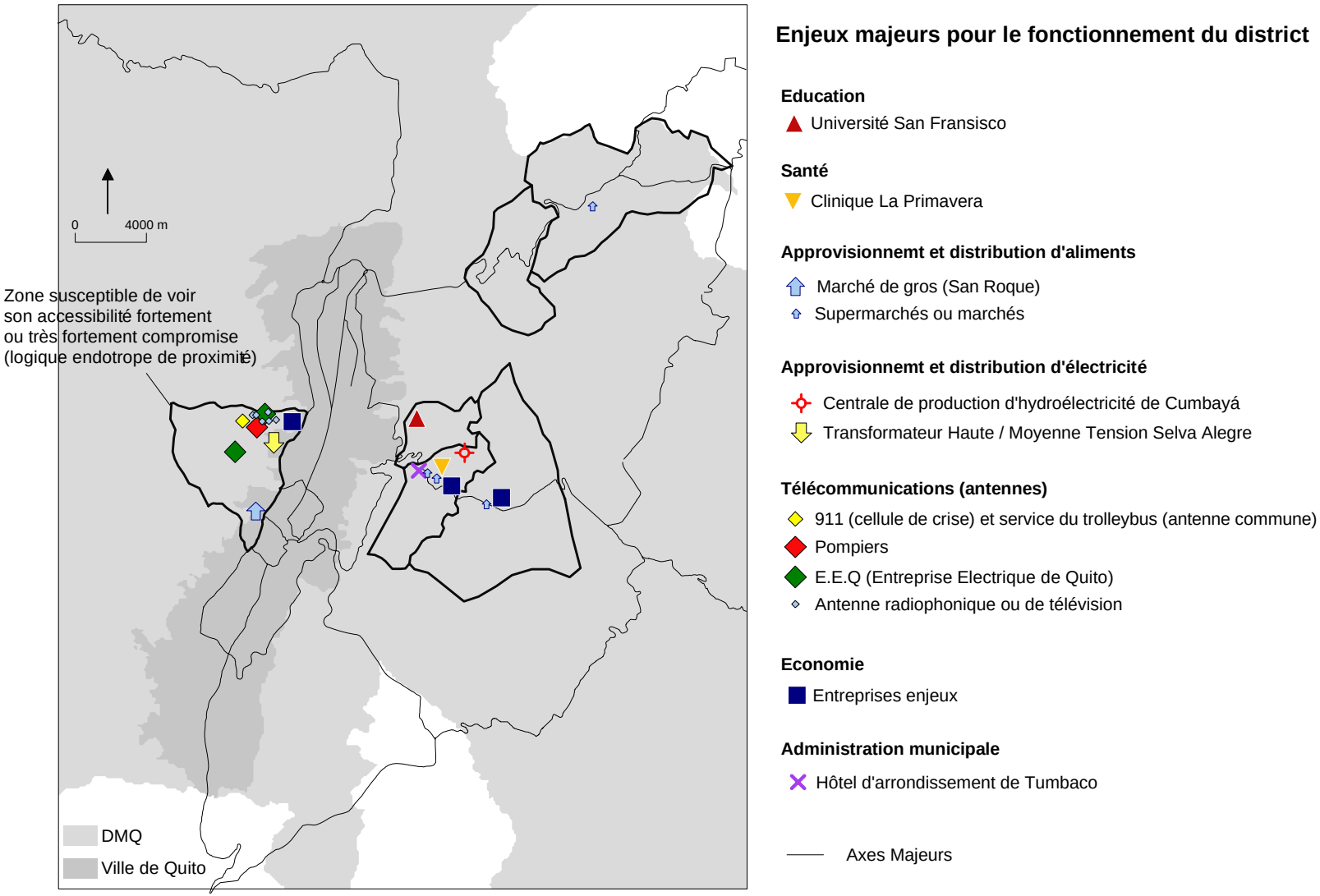
3.3.1 – Principe, méthode d'analyse et cartographie

L'optique ici est d'analyser les risques prévisibles compte tenu de la localisation de certains enjeux majeurs pour le fonctionnement du district dans des secteurs susceptibles de voir leur accessibilité très fortement compromise. Nous avons donc identifié les enjeux majeurs pour le fonctionnement du DMQ (extraits de l'ouvrage : *Los Lugares esenciales del DMQ*) qui se trouvent dans les six zones susceptibles de se retrouver isolées (cf. supra). La défaillance d'un enjeu majeur (centrale de production ou transformateur électrique, antenne de télécommunication) localisé dans un de ces secteurs sera particulièrement problématique car l'enjeu sera difficilement accessible, donc difficilement réparable. De même, l'impossibilité d'accéder à certains enjeux peut perturber tout un secteur d'activité (commercial, approvisionnement en produits alimentaires) ou affecter des domaines tels que l'éducation.

La plupart des enjeux retenus sont des enjeux majeurs pour le fonctionnement du DMQ et sont aussi des enjeux pour la gestion de crise dans la mesure où ils ont un rôle à jouer pour affronter une situation d'urgence. Nous avons donc retenu sept types d'enjeux dans les domaines suivants :

1 / l'éducation
2 / la santé
3 / l'approvisionnement et la distribution d'aliments
4 / l'approvisionnement et la distribution d'électricité
5 / les télécommunications
6 / l'économie
7 / l'administration municipale

La carte 70 représente l'ensemble de ces enjeux dans les six zones susceptibles de voir leur accessibilité très fortement compromise (logique endotrope de proximité).



Carte 70 : Localisation des enjeux majeurs pour le fonctionnement du DMQ dans les zones susceptibles de connaître une forte ou très forte réduction de leur accessibilité.

3.3.2 – Réflexions sur les risques encourus

De nombreux enjeux majeurs pour le fonctionnement du district se situent dans les six zones les plus exposées à l'isolement. Certains sont aussi des enjeux de crise dans la mesure où ils permettraient de maintenir un service, une fonction essentielle nécessaire à l'affrontement d'une situation d'urgence. Il s'agit en particulier de la clinique *La Primavera*, des infrastructures permettant la distribution d'aliments et d'électricité, des installations de télécommunications.

3.3.2.1 – Perte d'accessibilité des enjeux et risques encourus

L'impossibilité d'accéder à un enjeu majeur laisse entrevoir des dysfonctionnements plus ou moins graves. Par exemple, l'impossibilité de parvenir à l'Université *San Fransisco* dans laquelle sont inscrits près de 3 000 étudiants (soit 5 % des effectifs de l'enseignement supérieur métropolitain) et dans laquelle travaillent plusieurs centaines de personnes (corps enseignant, administratif et technique) engendrerait des perturbations notoires des cursus éducatifs, d'autant que certaines matières ne sont dispensées que dans cet établissement[192], et des réductions de salaires dues aux licenciements techniques conjoncturels. Dans le même ordre d'idée, une rupture d'accessibilité pourrait affecter durement l'économie du district compte tenu des problèmes auxquels seraient confrontées les entreprises, en particulier les entreprises majeures. Les entreprises majeures sont celles qui embauchent plus de 20 personnes et dont le domaine d'activité correspond aux secteurs de pointe ou aux secteurs largement représentés dans le district contribuant à son développement (commerce, construction, service aux entreprises, floriculture, industries…)[193]. D'une manière générale, pour une entreprise, le fait de voir son accessibilité remise en cause contribue dans la majorité des cas à lui porter préjudice. En effet, ses employés pourraient éprouver des difficultés à venir travailler et les matières premières dont elle a besoin pourraient ne plus être livrées. Elle pourrait, en outre, ne plus pouvoir expédier ses productions. Les risques induits sont donc des pertes d'emplois, des manques à gagner, une perte de compétitivité. Dans le cas qui nous concerne, trois entreprises enjeux majeurs regroupant près de 500 emplois sont recensées dans les six zones les plus vulnérables. On retrouve une logique similaire avec les points de vente d'aliments organisés en flux tendus notamment pour les denrées périssables. Une perte d'accessibilité entraînerait un désapprovisionnement et globalement une baisse de chalandise. Cinq centres principaux de distribution, dont le marché de gros *San Roque,* se trouvent dans les six secteurs étudiés.

3.3.2.2 – Défaillance des enjeux, perte d'accessibilité et risques encourus

En fonction du scénario considéré (séisme, chute de cendre, lahar), ce n'est pas seulement l'accessibilité des enjeux qui pourraient être remise en cause. En effet, certains phénomènes pourraient également engendrer des dommages aux enjeux majeurs, en dehors de ceux occasionnés aux infrastructures routières. Dans ce cas, l'accès aux enjeux majeurs serait d'autant plus crucial qu'il faudrait procéder à des réparations afin de réamorcer des systèmes et maintenir des services. Dans les six secteurs retenus, deux infrastructures enjeux majeurs

[192] Instrumentation Biomédicale, Microbilogie, Psychologie Transpersonnelle
[193] Cette définition est celle fournie par nos partenaires économistes municipaux.

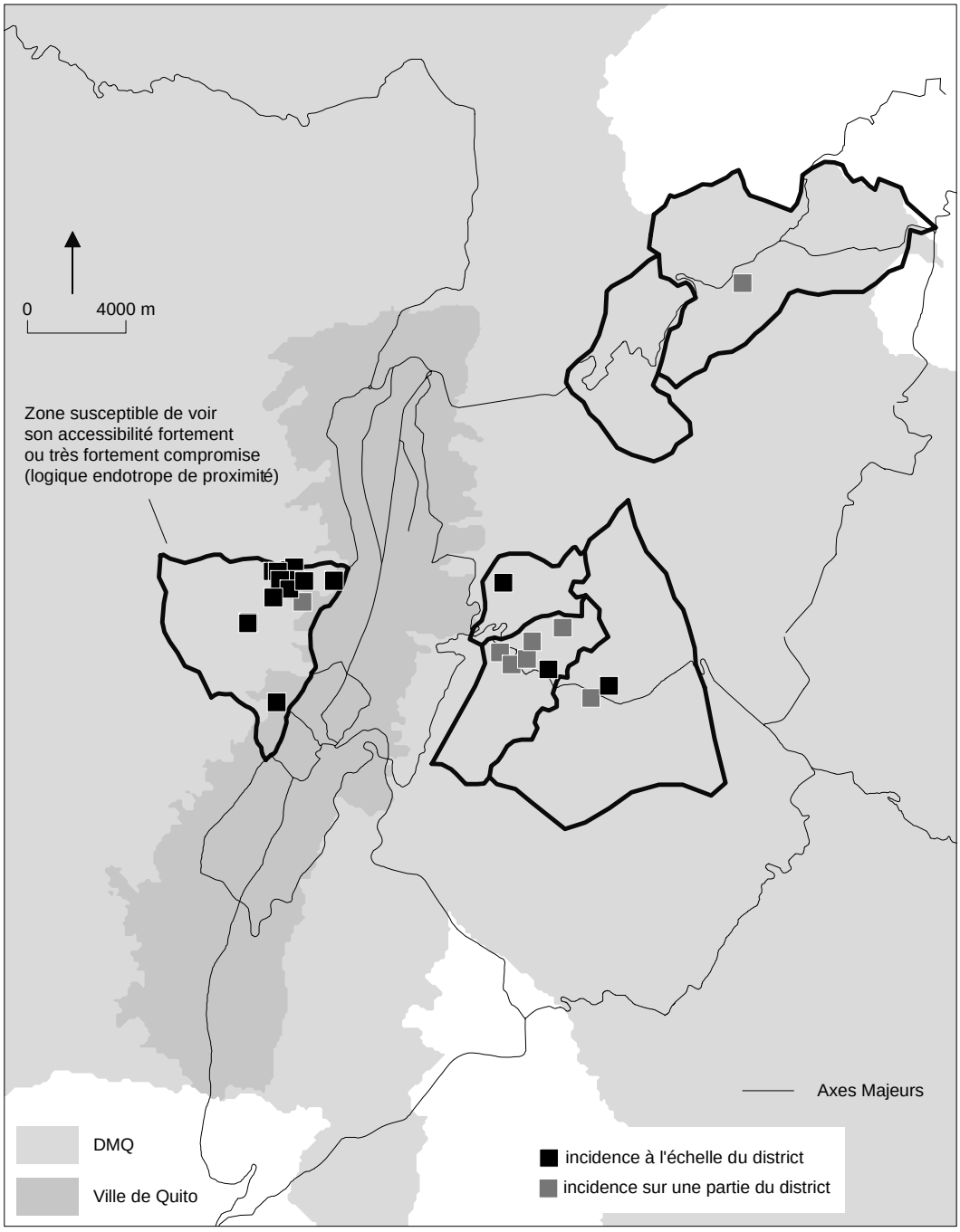
du système électrique métropolitain et un grand nombre d'antennes de télécommunication sont répertoriés. Sur les 59 antennes que compte le district, 14 se trouvent sur les hauteurs de la ville dans le secteur F1 (*San Juan, La Libertad*), secteur habituellement peu accessible et susceptible de se retrouver isolé. Cette situation peut poser des problèmes si des interventions sur les antennes s'avèrent nécessaires pour remédier à des pannes. Ce cas de figure est d'autant plus préoccupant que les installations appartiennent à des gestionnaires de crise (cellule de crise du 911, pompiers) et à certains organismes-clefs tels que l'Entreprise Electrique de Quito (EEQ) et l'Unité Opérationnelle du Service du Trolleybus (UOST). L'endommagement des antennes, difficilement résoluble compte tenu de leur faible accessibilité, pourrait entraîner des dysfonctionnements significatifs dans les télécommunications, ce qui serait préjudiciable à l'organisation des secours, mais aussi au maintien de certains services. L'EEQ avec deux antennes dans le secteur F1, pourrait éprouver des difficultés à coordonner les interventions de ses équipes de techniciens sur le terrain dans les secteurs privés d'électricité. La UOST pourrait également rencontrer de graves problèmes pour maintenir le fonctionnement du trolley. En effet, ce service de transport, compte tenu des cadences rapprochées de ses unités et des nombreuses entraves susceptibles de survenir tout au long de son parcours, ne peut fonctionner sans radio-contrôle. La mise hors service des antennes radio et de télévision pourrait également empêcher la diffusion des informations aux citoyens sur les mesures et attitudes à suivre en cas de sinistre.

En ce qui concerne les deux infrastructures enjeux majeurs du système électrique métropolitain, des coupures électriques pourraient vraisemblablement découler de leur défaillance. Pour évaluer leur risque de défaillance, nous nous sommes servis d'une étude réalisée par R. D'ERCOLE et P. METZGER[194] dans le cadre du programme de recherche. Cette étude présente la vulnérabilité des enjeux majeurs du système électrique du district de Quito, vulnérabilité qui est déclinée selon les six formes retenues dans tous les domaines analysés (intrinsèque, exposition aux aléas et susceptibilité d'endommagement, dépendance vis-à-vis d'autres systèmes, capacité de contrôle, préparation aux crises, alternative de fonctionnement). Sur une échelle allant de 1 (vulnérabilité nulle ou très faible) à 5 (vulnérabilité maximale), le transformateur haute / moyenne tension *Selva Alegre* situé dans la zone F1, ne présente qu'une vulnérabilité cumulée égale au niveau 2 (vulnérabilité assez faible). En revanche, la centrale de production d'hydroélectricité de *Cumbayá* est associée à une vulnérabilité cumulée égale à 4 (forte vulnérabilité). Les risques de défaillance et les pannes électriques induites sont donc comparativement plus probables dans le deuxième cas. A partir de là, la question que l'on se pose est de savoir quels sont les impacts spatiaux de ces défaillances ? Quelle est l'échelle de risque associée à la perte d'accessibilité des enjeux majeurs ?

3.3.2.3 – Perte d'accessibilité et échelle de risques

La remise en question de l'accessibilité d'un enjeu majeur pour le fonctionnement du district peut avoir des incidences plus ou moins étendues. Elle peut concerner une aire restreinte, un arrondissement, une agglomération ou le pays dans son ensemble. Dans notre exemple, nous avons retenu deux échelles de répercussions pressenties associées à chaque enjeu (voir carte 71). Les incidences ont été définies compte tenu de la fonction qu'occupe chaque enjeu, à partir de son champ d'action, de sa couverture ou attractivité en temps habituel.

[194] Vulnerabilidades del Distrito Metropolitano de Quito - Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador. Ouvrage en préparation dont la publication est prévue pour octobre 2004.



Carte 71 : Echelles de risques.
Cette carte montre les incidences spatiales pressenties du dysfonctionnement ou de l'impossibilité d'accéder aux enjeux majeurs pour le fonctionnement du DMQ dans les zones susceptibles de se retrouver isolées.

Le dysfonctionnement ou l'impossibilité d'accéder aux enjeux majeurs recensés dans les zones les plus vulnérables aurait dans plus des deux tiers des cas une incidence spatiale sur l'ensemble du district et ceci est d'autant plus marqué dans la zone F1. Au final, cette analyse permet d'observer que l'isolement d'un nombre restreint de zones (6 sur 44, soit moins de 5 % de la superficie du district) laisse présager des risques pouvant affecter l'ensemble du district dans de nombreux domaines.

L'isolement est sans doute ce qui laisse entrevoir les risques les plus graves aussi bien pour les populations résidant dans les secteurs en question que pour le fonctionnement du district compte tenu de la localisation de ses enjeux majeurs. Ceci étant, les détours induits par la fermeture de certains accès à la ville, sans remettre complètement en cause son accès, laisse également présager d'autres risques.

3.4 – Détours, enjeux majeurs, dépendance vis-à-vis des communications et risques dans le District Métropolitain de Quito

3.4.1 – Principe, méthode d'analyse et cartographie

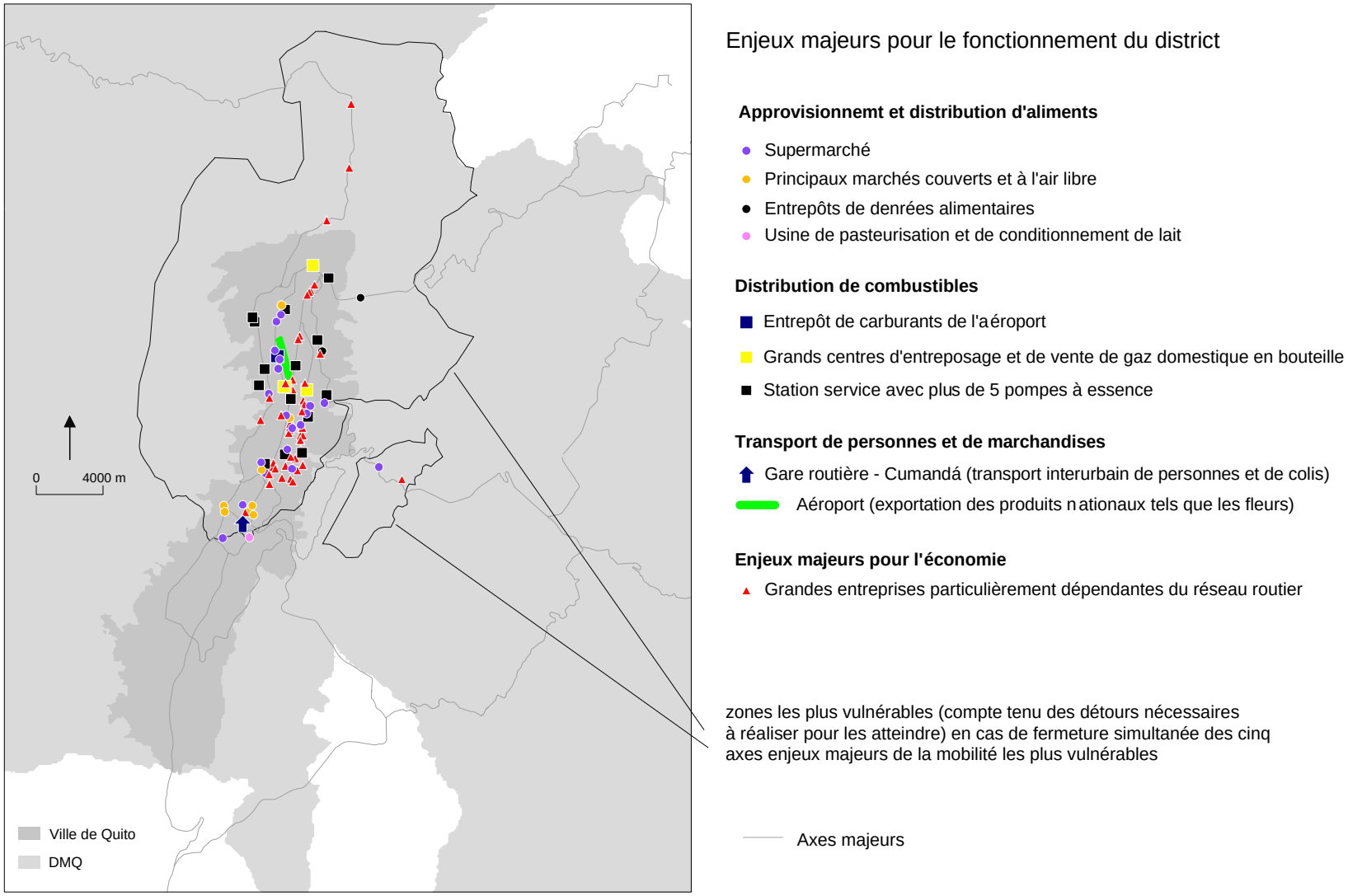
Nous avons donc identifié quelques enjeux majeurs pour le fonctionnement du DMQ localisés dans les zones les plus vulnérables, c'est-à-dire celles qui seraient les plus affectées (compte tenu des détours à entreprendre pour les atteindre) en cas de fermeture simultanée des cinq axes les plus vulnérables permettant d'accéder à la ville. N'ont été retenues que les zones fortement ou très fortement vulnérables (voir carte 68, p. 294). Elles concernent une grande partie du DMQ, puisqu'elles couvrent 396 km² soit près de 10 % de la superficie du district, et englobent l'espace central, le nord de Quito, les vallées de *Pomasqui* et *Cumbayá*.

Parmi les enjeux, nous n'avons retenu que ceux qui nous semblent particulièrement dépendants des communications routières en provenance de l'extérieur du DMQ ou des vallées orientales et dont la réduction ou perte de fonctionnalité affecterait le fonctionnement du district.

Quatre types d'enjeux majeurs ont été retenus dans les domaines suivants :

1 / l'approvisionnement et la distribution d'aliments,
2 / la distribution de combustibles (carburants et gaz),
3 / le transport de personnes et de marchandises,
4 / l'économie.

La carte 72 représente l'ensemble de ces enjeux dans les deux zones les plus vulnérables.



Carte 72 : Localisation des enjeux majeurs particulièrement dépendants du transport terrestre dans les zones les plus vulnérables compte tenu des détours.

3.4.2 – Réflexions sur les risques encourus

En cas de fermeture simultanée des cinq axes enjeux les plus vulnérables, les détours nécessaires pour accéder à la ville depuis les périphéries sont d'autant plus graves pour le district que l'hypercentralité de l'agglomération (voir 1.3.1, première partie, p. 67), associée à un très grand nombre d'enjeux majeurs, est directement concernée. Pour évaluer les risques liés à cette situation, nous avons choisi une sélection d'enjeux ayant particulièrement besoin des communications routières en provenance de l'extérieur du DMQ ou des vallées orientales (voir carte 72) pour assurer leur fonction et être opérationnels.

Les deux zones les plus vulnérables regroupent 80 des 90 entreprises définies comme enjeux majeurs pour l'économie du district, rassemblant près de 26 000 emplois. Sur ces 80 entreprises, une enquête réalisée par notre équipe indique que 62 sont extrêmement dépendantes vis-à-vis du routier[195]. C'est également dans cette zone que l'on recense 60 % des 8 600 industries[196], en particulier dans les secteurs de *Carapungo* et *Santa Lucia* près de l'échangeur de *Carcelén* à l'extrême nord-est de Quito. Or, nous l'avons vu en première partie, le secteur industriel manufacturier du district contribue à hauteur de 20 % au PIB national équatorien. L'allongement des distances nécessaires depuis l'extérieur pour atteindre ces entreprises et industries laissent présager des retards dans les livraisons, des problèmes d'approvisionnement en matières premières, des difficultés à expédier les productions vers les autres provinces. Ceci se traduirait d'une manière générale par des surcoûts et une perte significative de compétitivité.

Toujours dans le domaine économique, les détours affecteraient aussi durement l'activité floricole très lucrative[197]. En effet, le canton de *Cayambe*, grande zone floricole (900 ha) située au nord-est du district et toute la partie orientale de l'agglomération (*El Quinche, Checa, Yaruquí*), exportent en flux tendus leurs productions (notamment de roses) à partir de l'aéroport de Quito situé au nord de l'espace central. Or, cette infrastructure enjeu majeur pourrait voir son accessibilité amoindrie en cas de fermeture des accès principaux à la ville. L'impact prévisible dépasse dans ce cas largement le district ou les cantons limitrophes. En effet, ce sont toutes les chaînes de commercialisation des fleurs vers les Etats-Unis, le Canada, l'Europe et la Russie qui seraient concernées. Lors de l'éruption du volcan *Reventador* en novembre 2002, l'impossibilité d'exporter les 10 000 caisses quotidiennes de fleurs depuis l'aéroport de Quito (non pas à cause des problèmes d'accès mais à cause de sa fermeture liée à la chute de cendre) avait obligé les exploitants à acheminer leur production par la route vers l'aéroport de Guayaquil. Ce transport supplémentaire avait entraîné un surcoût et une détérioration de la qualité, les moyens de transport réfrigérés étant largement insuffisants.

[195] Les entretiens auprès des gérants d'entreprises ont été réalisés par Alex Tupiza et Alexandra Mena. Concernant les communications routières, la question qui a été posée est la suivante : votre entreprise dépend-elle très fortement, plutôt fortement, plutôt faiblement ou très faiblement du réseau routier pour son fonctionnement ? La question est assez ouverte et peut concerner aussi bien les produits dont les entreprises ont besoin que ceux qu'elles fabriquent et qu'elles expédient. Dans certains cas il n'y a pas de produits, mais les services assurés par les entreprises ont besoin du réseau routier.

[196] Chiffre obtenu à partir de la localisation des compteurs électriques de type industriel (EEQ)

[197] D'après la *Asociación Nacional de Exportadores de Flores (Expoflores)* les exportations de fleurs génèrent un chiffre d'affaire de 300 millions d'Euros à l'année.

En dehors du transport de marchandises, c'est l'ensemble du transport interprovincial de personnes qui pourrait être affecté, d'autant que la gare routière interurbaine se trouve dans l'espace central. Chaque jour plus de 70 lignes de bus assurent une liaison régulière au départ de ce terminus vers le reste du pays. Un peu plus de 18 200 véhicules dont 2 300 bus arrivent dans le district tous les jours en provenance de l'extérieur. L'importance de ces échanges est à associer à la capitalité et à l'attractivité du district du point de vue commercial notamment, le deuxième en importance après Guayaquil. La remise en cause de l'accessibilité de la ville laisse entrevoir de profondes perturbations des échanges qu'entretient le district avec le reste du pays et handicaperait durement toute l'activité économique du district. Dans le même ordre d'idée, de nombreuses chaînes logistiques seraient également atteintes. Il s'agit en particulier de la distribution d'aliments et de carburants. Sur les 114 principaux points de vente d'aliments, 64 (soit 56 %) sont recensés dans les deux zones les plus vulnérables où habitent près de 220 000 ménages (soit 55 % du total). Parmi les 10 produits les plus consommés[198], au moins sept proviennent de l'extérieur du district (Côte, Sierra Sud et Sierra Nord). Les produits maraîchers sont en partie issus des zones suburbaines mais proviennent majoritairement de l'extérieur de l'agglomération. L'acheminement en particulier des produits frais pourrait donc être problématique et des désapprovisionnements seraient à prévoir dans la zone en question.

En ce qui concerne la distribution de carburants, sur les 200 000 véhicules immatriculés dans le district, plus de 110 000 appartiennent aux ménages résidant dans les deux zones les plus vulnérables. En conséquence, la demande en carburants y est très élevée et ce n'est pas un hasard si 23 stations services (sur les 36 de l'agglomération) y sont recensées. Or, si l'on observe les circuits d'approvisionnement en combustibles au sein de l'agglomération[199], l'on s'aperçoit qu'une part non négligeable du ravitaillement de la partie nord de la ville est effectuée à partir du centre d'entreposage d'*Itulcachi* situé dans la vallée à l'est de la montagne de l'*Ilaló*. Pour l'instant, le ravitaillement est aussi assuré depuis l'entrepôt *El Beaterio* au sud de Quito, mais dans un avenir proche, il est question pour des raisons de sécurité, de concentrer l'essentiel des stocks de combustibles à *Itulcachi*. Des problèmes d'accès à la ville entraînerait rapidement un désapprovisionnement en combustibles de la zone la plus demandeuse. Une perte de générale de mobilité pourrait s'en suivre ; le transport en commun serait également concerné.

A l'échelle de l'agglomération, les détours imputables à la fermeture des principaux accès à la ville seraient aussi particulièrement pénalisants pour le fonctionnement du district étant donnée l'ampleur habituelle des mouvements pendulaires (plus de 150 000 par jour). Cette ampleur s'explique par la complémentarité des différents sous-espaces métropolitains et surtout l'attractivité de l'espace central associée à l'hypercentralité, mises en évidence en première partie. D'après l'enquête Origine Destination réalisée par la UPGT en 1998, ce sont plus de 20 000 personnes qui accèdent au quotidien en transport en commun à la ville depuis la vallée de *Tumbaco* et *Cumbayá* et près de 10 000 depuis la vallée de *Los Chillos*[200]. Plus de 41 % des ces déplacements se font pour le travail, 16 % pour des démarches administratives et

[198] Il s'agit des aliments suivants : riz, pain, viande, huile, lait, sucre, tomate, oignon, orange et banane (d'après l'INEC)

[199] Voir R. D'ERCOLE, P. METZGER, 2002, chapitre 10

[200] Cette deuxième valeur est largement sous-estimée car l'enquête ne concernait que les transports urbains et interparoissiaux. Or l'essentiel des déplacements entre Quito et Los Chillos s'effectue en transport intercantonal.

plus de 14 % pour les études. Les deux espaces les plus vulnérables rassemblent 21 universités sur les 22 que compte le district et 104 des 110 administrations publiques. Les difficultés rencontrées par les populations rurbaines pour se rendre en ville entraîneraient entre autres, des retards et des absences au sein des entreprises, dans les administrations et universités et porterait préjudice au déroulement des activités et des pratiques urbaines.

Il ressort de cette analyse que quelque soit le cas de figure considéré, les risques prévisibles associés à la remise en question de l'accessibilité des différents secteurs du district sont multiples et pourraient prendre des proportions non négligeables allant croissant avec la durée de la rupture des accès. L'impact attendu est également fort variable. Les incidences peuvent se faire ressentir sur un quartier, un arrondissement ou sur l'ensemble du district. Elles peuvent également concerner l'Equateur tout entier (production industrielle) ou encore le marché international (exportations de fleurs). Evidemment, nous en sommes bien conscients, ce ne sont que des éclairages sur les risques encourus, éclairages qui comportent leurs limites. En effet, ils sont conditionnés par la validité des informations sur les différents types d'enjeux pouvant présenter des lacunes, par le nombre restreint de domaines retenus et par les incertitudes liées aux scenarii.

Conclusion

L'objectif de cette quatrième partie a été de fournir un certain nombre de réflexions sur les risques encourus par le système territorial métropolitain de Quito à partir de la question de la mobilité. Si l'on sait que les communications sont fondamentales pour le déroulement des activités dans une ville, nous considérons que c'est surtout l'accès aux espaces supports d'enjeux majeurs qui s'avère particulièrement essentiel au fonctionnement et au développement d'une ville. En effet, un système territorial urbain repose sur tout un ensemble d'enjeux (en dehors de ceux concernant la mobilité proprement dite), relevant de différents domaines (santé, éducation, économie …) qui doivent être accessibles pour être fonctionnels. La remise en cause de l'accès aux espaces supports d'enjeux majeurs laisse pressentir des risques. L'impossibilité d'accéder aux espaces enjeux, durant un temps plus ou moins prolongé, peut compromettre le fonctionnement même des enjeux et la totalité du système territorial peut en pâtir.

Le risque correspond aux conséquences négatives envisageables compte tenu des problèmes d'accès aux espaces enjeux. Ces conséquences (victimes, dommages, dysfonctionnements, pénuries, manque à gagner…) relèvent du domaine des potentialités. Le risque s'oppose donc à la catastrophe qui résulte de la concrétisation d'un phénomène générateur de dommages (aléa) à l'origine de conséquences. Pour évaluer les risques, nous avons mesuré l'accessibilité des lieux au sein du district, qui est fort variable en temps habituel, et qui a rendu nécessaire le découpage de l'espace en zones articulées sur la structure du réseau routier, lui-même agencé en fonction des discontinuités de l'aire métropolitaine (obstacles naturels et barrières liées à des aménagements urbains). Dans le district, l'accessibilité habituelle est très hétérogène et est limitée dans certains secteurs ce qui pose déjà des difficultés au quotidien. Ceci dit, c'est surtout la réduction de l'accessibilité, impulsée par la vulnérabilité des enjeux de mobilité et notamment par des forçages externes (séisme, lahar, coulée boueuse, gros accident routier ou lié au transport de produits dangereux...) compte tenu de l'exposition de ces enjeux, qui laisse présager de graves problèmes liés à l'isolement éventuel de certaines zones ou à l'ampleur des détours à effectuer pour y accéder.

Les possibilités de parvenir à un lieu sont étroitement liées au réseau routier. Son endommagement entraîne des fermetures de route, remet en cause certaines connexions et limite les alternatives routières. Pour repérer les zones dont l'accessibilité risque le plus d'être compromise, il nous a fallu identifier les éléments de l'appareil circulatoire particulièrement sujets aux défaillances. Pour ce faire, nous nous sommes servis de l'analyse de vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité (troisième partie). Nous avons considéré que les maillons du réseau routier les plus susceptibles de se retrouver inopérants, sont ceux qui cumulent les plus forts niveaux de vulnérabilité parmi les tronçons, ponts et tunnels. A partir de là, nous avons pu identifier les zones exposées à l'isolement et les zones dont l'accessibilité serait fortement compromise compte tenu des détours à effectuer pour les atteindre.

Pour évaluer les risques les plus probables, nous nous sommes focalisés sur les zones les plus vulnérables (pouvant de surcroît être faiblement accessibles d'ordinaire), dans lesquelles nous avons répertorié les différents types d'enjeux (fonctionnement et gestion

de crise). A partir de là, nous avons analysé les conséquences et dysfonctionnements possibles à différentes échelles. Trois cas de figure ont été envisagés :

- **Les risques encourus compte tenu de la vulnérabilité des populations attribuable à la faible présence d'enjeux de crise de proximité dans les zones exposées à l'isolement.**

- **Les risques encourus compte tenu de la localisation d'enjeux majeurs pour le fonctionnement du district dans les zones exposées à l'isolement**

- **Les risques encourus compte tenu de la localisation d'enjeux majeurs dépendant des échanges en provenance de l'extérieur du DMQ ou des vallées orientales, dans les zones susceptibles de ne se retrouver accessibles qu'au prix d'importants détours.**

Le premier cas de figure fait ressortir que le risque de voir se développer des épidémies et une surmortalité n'est pas à écarter compte tenu de la faible disponibilité en eau, des carences en capacités médicales et en force de secours dans certains secteurs.

Dans le deuxième cas de figure, les risques envisageables correspondent à des perturbations des cycles scolaires, des licenciements techniques conjoncturels, des manques à gagner, une perte de compétitivité, des désapprovisionnements. Les risques de coupures électriques, de dysfonctionnements dans les télécommunications et les services de transport (trolley) ainsi que des problèmes d'information de la population sur les mesures d'urgence à suivre, pourraient également découler de cette situation.

Dans le troisième cas de figure, les risques sont surtout liés au fait que l'hypercentralité de l'agglomération, associée à un très grand nombre d'enjeux majeurs pour le fonctionnement du système territorial, est directement concernée. Les risques encourus correspondent à des retards dans les livraisons, à des problèmes d'approvisionnement en matières premières, à des difficultés à expédier les productions vers les autres provinces... Cette situation se traduirait par des surcoûts et une perte significative de compétitivité. Les exportations de fleurs pourraient également souffrir des difficultés d'accès à l'aéroport et des désapprovisionnements en denrées périssables et en combustibles seraient à prévoir. Enfin, compte tenu de l'ampleur habituelle des mouvements pendulaires, le déroulement des activités économiques et des pratiques urbaines pourrait être très fortement bouleversé.

La vulnérabilité des enjeux-objets renseigne en premier lieu sur la vulnérabilité de l'accessibilité et donc sur la vulnérabilité des zones. Cette « vulnérabilité spatiale » fournit des pistes pour comprendre la vulnérabilité du district que nous appelons « vulnérabilité territoriale », c'est-à-dire la fragilité du système territorial compte tenu de la localisation d'enjeux (ou de leur absence) dans des zones susceptibles de voir leur accessibilité compromise. Les vulnérabilités territoriales sont multiples. « Chaque lieu, chaque territoire de la ville, a ses propres caractéristiques qui vont déterminer sa vulnérabilité et guider les réponses de prévention, face aux dangers » [201]. A partir de

[201] DUBOIS-MAURY J., CHALINE C., 2002

cette vulnérabilité territoriale, il est possible d'analyser les multiples risques encourus par le système urbain dans son ensemble. « Les risques sont omniprésents dans la ville, mais à l'expérience, ils se révèlent très différents, dans leur nature, leur gravité, leurs effets, selon les différents sous-ensembles géographiques et fonctionnels qui la compose… »[202] et selon leur vulnérabilité respective, en partie dépendante de leur accessibilité. « La géographie, et l'analyse spatiale tout particulièrement, permettent de dégager le risque d'une approche purement circonstancielle, pour le remplacer dans sa dimension structurelle : celle de l'organisation de l'espace dont il constitue à la fois un facteur et un produit. De fait penser le risque en termes d'espace revient à glisser d'une logique de probabilité surtout temporelle à une logique de probabilité spatiale, avec ses conséquences en matière de localisation et d'extension des effets[203] ».

La vulnérabilité des enjeux-objets de la mobilité nous renseigne à la fois sur la probabilité du risque, à la fois sur les conséquences pressenties. En effet, pour repérer les zones dont l'accessibilité risque le plus d'être compromise, nous avons identifié les maillons les plus vulnérables, c'est-à-dire les éléments dont la défaillance est la plus probable. C'est également la vulnérabilité des enjeux-objets de la mobilité qui conditionne la vulnérabilité de l'accessibilité et la vulnérabilité territoriale à partir de laquelle il est possible de mesurer les effets pressentis. Ces effets pressentis sont d'autant plus conséquents que les enjeux localisés dans les zones vulnérables sont eux-mêmes vulnérables (trolleybus, centrale électrique). En définitive, la combinaison des vulnérabilités des enjeux majeurs en interrelation dans un système urbain rappelle la complexité du risque et de son évaluation.

[202] Id.
[203] DUPONT Y., 2003 (sous la direction de)

CONCLUSION

« *La science est l'asymptote de la vérité. Elle approche sans cesse et ne touche jamais* »
(Victor Hugo)

CONCLUSION ***321***

1 – Récapitulatif des principaux résultats de l'analyse ***321***

Mobilité des personnes prévalant dans le DMQ ***321***

Système de transport métropolitain (acteurs, réseaux, offre) ***321***

Identification des enjeux ***323***

Vulnérabilité des enjeux ***323***

Accessibilité et risques ***324***

2 – Synthèse de la méthode ***325***

3 - Apports aux gestionnaires ***327***

4 – Limites de l'étude ***329***

5 – Reproductibilité au profit d'autres villes ***330***

6 – Enjeu, vulnérabilité et accessibilité : trois notions essentielles pour l'évaluation des risques ***331***

CONCLUSION

L'objectif de cette thèse de géographie a donc été de proposer une réflexion sur les risques encourus par le District Métropolitain de Quito à partir de la question de la mobilité et de la vulnérabilité de ses enjeux. Arrivés au terme de l'analyse, nous proposons d'en établir un bilan en présentant tout d'abord un bref récapitulatif des principaux résultats de chacune des quatre parties et une synthèse des principales étapes et articulations de la méthode développée dans ce travail. Nous faisons aussi le point sur l'apport de notre travail pour les gestionnaires municipaux, nous en montrons les limites et nous nous interrogeons sur la reproductibilité de cette méthode d'analyse du risque urbain au profit d'autres villes.

1 – Récapitulatif des principaux résultats de l'analyse

Mobilité des personnes prévalant dans le DMQ

Les déplacements ont été analysés à trois échelles : entre le district de Quito et le reste du pays, entre la ville et ses périphéries, et à l'intérieur même de la ville. Cette analyse repose essentiellement sur les trajets réalisés en transport en commun qui prennent en charge 80 % de la demande journalière à l'intérieur du district et qui assure l'essentiel des échanges entre provinces compte tenu du faible taux de motorisation national (5 voitures pour 100 habitants en 2001). Le DMQ entretient des échanges intenses avec les deux tiers sud du pays où sont localisés les principaux autres pôles urbains dont Guayaquil. Les échanges entre le district et les villes proches (*Cayambe, Otavalo, Machachi*) sont également nombreux et reflètent l'attractivité de la capitale à l'échelle régionale. Tous les jours, près de deux millions de déplacements sont enregistrés en transport en commun dans l'agglomération, dont 150 000 mouvements pendulaires entre la ville de Quito et ses périphéries, valeurs sous-estimées car le transport intercantonal n'est pas pris en compte. L'analyse des logiques et des fondements de la mobilité à partir de la répartition des fonctions au sein du DMQ, a également mis en exergue la forte concentration des activités dans l'espace central et certaines formes de dépendances fonctionnelles ; les périphéries suburbaines dépendent assez fortement de la ville et à l'intérieur même de la ville, les espaces nord et sud ressortent particulièrement dépendants vis-à-vis de l'espace central dans lequel sont recensés près de 700 000 déplacements en bus au quotidien.

Système de transport métropolitain (acteurs, réseaux, offre)

Aussi bien dans le domaine de la voirie que dans celui des transports, plusieurs acteurs jouent un rôle à des échelles différentes au sein du DMQ. Le système d'acteurs intervenant en matière de voirie relève de l'emboîtement complémentaire des pouvoirs à la fois municipal (EMOP-Q), provincial (HCPP) et central (MOP). Si les compétences en matière de transport en commun apparaissent claires avec deux acteurs principaux, la mairie d'un côté (DMT, EMSAT) et la Police Nationale de l'autre (CNT, CPTP), on constate en revanche, un certain recouvrement des prérogatives dans la gestion et le contrôle du trafic, en partie dû à un flou juridique et en partie dû au caractère relativement récent du transfert de responsabilité au profit de la mairie. Ce récent changement explique la permanence du double système de signalisation électrique empêchant une gestion optimale du trafic en ville.

De son côté, le réseau routier a connu un accroissement exponentiel lié à l'étalement urbain amorcé dans les années 1920. En 80 ans, la longueur du réseau routier de la ville de Quito a été multipliée par environ 22. L'extension dans un premier temps a surtout concerné la ville stricto sensu avant de concerner les vallées suburbaines orientales. Le développement des périphéries a été rendu possible grâce à de lourds investissements routiers et à l'élévation du taux de motorisation des ménages. Ces deux phénomènes sont directement liés à la manne financière issue de l'exploitation du pétrole ayant connu un essor à la fin des années 1960. Les axes structurants, les axes principaux et la voirie secondaire ont été individualisés. En ce qui concerne, la répartition des ouvrages d'art routiers (ponts, tunnels), ils sont surtout concentrés dans la moitié nord de la ville, actuellement en phase de réaménagement avec la construction de nombreux échangeurs prévus dans le schéma directeur. Quito compte également un ensemble d'installations de surface sur lesquelles repose le transport en commun (gare routière interurbaine de *Cumandá*, terminus de transports urbains, interparoissiaux, intercantonaux, et trois grandes stations de correspondances du trolleybus). La moitié nord de la ville concentre aussi la majorité des stations-service. Ceci s'explique par sa très forte fréquentation diurne associée à sa position d'hypercentre. C'est également dans la moitié nord de la ville que le parc automobile est le plus important à l'échelle de l'agglomération

Le recours à un moyen de locomotion motorisé est indispensable aujourd'hui dans la ville de Quito ; en moyenne un Quiténien effectue onze kilomètres en bus depuis son domicile jusqu'à son lieu de travail. En 2001, les 2 340 bus urbains assurent 77 % de la demande journalière enregistrée dans les transports en commun et le trolleybus en assure pour sa part 11 %. L'essentiel des mouvements est donc recensé au niveau de la ville. Le service de transport en commun est principalement aux mains du secteur privé qui détient 95 % du total des unités en circulation. Le transport de personnes à Quito est caractérisé par une très forte atomisation de l'offre et comptait encore 59 opérateurs urbains et 29 interparoissiaux en 2001 ! L'existence d'une différence de statuts juridiques (coopératives et compagnies) a une implication directe en matière de qualité de service proposé et participe à la très vive concurrence que se livre la multitude d'opérateurs entre eux, entraînant insécurité et pollution. Face à ce problème, la municipalité a impulsé depuis 1996 le regroupement des opérateurs privés en compagnies, et depuis 2002, a imposé un renouvellement de la flotte au profit de bus à plus grande capacité. En ce qui concerne l'agencement des réseaux de transport en commun, ils répondent à une logique essentiellement nord-sud dans la ville et sont structurés le long des axes centre / périphérie dans les parties suburbaines. La municipalisation de la tutelle des transports urbains initialement aux mains de la Police Nationale, instaurée en 1993, a été à l'origine d'une véritable révolution au sein de la ville avec la mise en place du trolleybus en site propre et du système intégré actuellement en cours d'extension. Ce système semble avoir apporté des améliorations sensibles, notamment un transport plus rapide, des correspondances plus faciles et une réduction des émanations de gaz d'échappement. Enfin, si le transport en commun assure encore 80 % de la demande journalière, la place de l'automobile est sans cesse grandissante dans le DMQ. Le parc automobile y a pratiquement doublé entre 1990 et 2001 atteignant près de 200 000 voitures. Aujourd'hui, plus de 40 % du parc national équatorien circule dans le district alors qu'il ne rassemble que 15 % de la population nationale.

Identification des enjeux

Les enjeux de la mobilité relèvent de différentes catégories. Ils peuvent être matériels ou immatériels, localisables dans l'espace ou non. Par rapport à notre problématique, nous nous sommes attachés à identifier les éléments avant tout matériels et les lieux où se ils trouvent, afin d'en évaluer ultérieurement la vulnérabilité qui comprend notamment l'exposition aux aléas et leur niveau d'accessibilité. Par conséquent, nous avons restreint notre analyse aux enjeux ayant une implantation spatiale, c'est-à-dire aux enjeux-objets localisables. Les enjeux-objets sont donc des infrastructures routières et équipements de transport supportant des dynamiques enjeux.

Dans la catégorie des axes-enjeux (majeurs), nous avons retenu : deux des quatre accès au district (Panaméricaines Sud et Nord), trois des quatre axes centre-périphérie (la route qui mène à *Calderón*, la route qui mène à *Tumbaco*, l'autoroute qui mène à la vallée de *Los Chillos*). En ville, nous avons retenu la plupart des principaux boulevards nord-sud ; il s'agit des avenues *Mariscal Sucre, Prensa, Galo Plaza Lasso, 10 de Agosto, Shyris, América, Velasco Ibarra, Napo, Maldonado, Tnte Hugo Ortiz*. Certaines artères transverses (est-ouest) font également partie des axes-enjeux (majeurs) ; il s'agit des avenues *Diego Vasquez, Granados, Eloy Alfaro* (tronçon sud), *Universitaria, Patria, Pichincha, Rodrigo de Chávez*. Les trois tunnels (*San Juan, San Roque* et *San Diego*) sont également des enjeux majeurs pour les communications tout comme 43 ponts, situés sur les axes enjeux majeurs. Enfin, sept nœuds des réseaux de transports en commun sont aussi ressortis comme enjeux ; il s'agit de l'échangeur *El Trébol*, de la *Plaza de Argentina*, de *La Marín*, de la gare routière de *Cumandá* et des trois stations de correspondances du trolley. En dehors des axes, la plupart des enjeux de la mobilité est concentrée dans l'espace central et plus particulièrement en périphérie du centre historique jusqu'à l'Avenue *Patria* au Nord.

Vulnérabilité des enjeux

Pour tenir compte de sa complexité, la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité a donc été analysée dans chacune des six formes (intrinsèque, dépendance, exposition aux aléas, alternatives, capacité de contrôle, préparation aux crises). La lecture croisée des différentes formes de vulnérabilités a permis de mettre en exergue les enjeux qui sont particulièrement vulnérables (ceci est le cas lorsque les vulnérabilités sont fortes et faiblement compensées) et pour lesquels nous avons formulé quelques suggestions. Le cumul des six formes permet donc de décrypter les enjeux les plus vulnérables, c'est-à-dire ceux qui sont les plus susceptibles de ne plus fonctionner ou de ne plus assurer leur rôle et de perturber considérablement les dynamiques de mobilité. Le cumul des vulnérabilités a été cartographié. Il est ressorti de cette analyse que comparativement aux autres enjeux, les centres de transport figurent comme étant les moins vulnérables puisqu'ils n'atteignent pas de vulnérabilité cumulée « forte » ou « très forte ». En revanche, parmi les enjeux relevant de l'appareil circulatoire (axes, ponts, tunnels), les niveaux « fort » et « très fort » de vulnérabilité cumulée sont atteints, au niveau des accès à la ville et au niveau des tunnels. Treize enjeux majeurs très fortement vulnérables ont ainsi été identifiés (tableau 44).

Dénomination, localisation	type d'élément
Panamericana Norte	tronçon routier
Panamericana Sur	tronçon routier
Interoceánica	tronçon routier
Panamericana Sur	tronçon routier
Interoceánica - Río Machángara	pont
Panamericana Norte - Río Guayllabamba	pont
Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	pont
Interoceánica - Río Chiche	pont
Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	pont
Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	pont
Vía a Tabacundo - Río Pisque	pont
San Juan	tunnel
San Roque	tunnel

Tableau 44 : Récapitulatif des enjeux majeurs les plus vulnérables (vulnérabilité cumulée).

Accessibilité et risques

L'impact de la fermeture d'un axe enjeu, les conséquences de la suspension d'un service de transport sur une ligne enjeu seront d'autant plus pénalisants pour la ville que ces enjeux permettent d'accéder à des lieux essentiels à son fonctionnement et à son développement. Les lieux essentiels sont des espaces qui rassemblent de multiples enjeux majeurs relevant de différents domaines (santé, éducation, économie …) qui doivent être accessibles pour être fonctionnels. Ces enjeux majeurs pour le fonctionnement du district de Quito ont été identifiés, localisés et présentés dans l'ouvrage : « *Los Lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito* » (R. D'ERCOLE, P. METZGER, 2002). C'est donc à partir de ces informations que nous avons évalué les risques.

Dans le district, l'accessibilité habituelle est très hétérogène et est limitée dans certains secteurs ce qui pose déjà des difficultés au quotidien. Ceci dit, c'est surtout la réduction de l'accessibilité, impulsée par la vulnérabilité des enjeux de mobilité et notamment par des forçages externes (séisme, lahar, coulée boueuse, gros accident routier ou lié au transport de produits dangereux...) compte tenu de l'exposition de ces enjeux, qui laisse présager de graves problèmes liés à l'isolement éventuel de certaines zones ou à l'ampleur des détours à effectuer pour y accéder. Pour repérer les zones dont l'accessibilité risque le plus d'être compromise, nous avons considéré la localisation des éléments enjeux de l'appareil circulatoire particulièrement sujets aux défaillances compte tenu de leur « forte » ou « très forte » vulnérabilité cumulée. Nous avons identifié (1) les zones exposées à l'isolement et (2) les zones dont l'accessibilité serait fortement compromise compte tenu des détours à effectuer pour les atteindre. Les zones exposées à l'isolement sont : *Oyacoto, Cumbayá, Miravalle* et *San Juan*. Les zones dont l'accessibilité serait fortement compromise compte tenu des détours à effectuer pour les atteindre depuis l'extérieur du district ou depuis les vallées sont : la moitié nord de la ville, les secteurs de *Pomasqui, Calderón* et *Cumbayá*.

Pour l'évaluation des risques, trois cas de figure ont été envisagés :

- Les risques encourus compte tenu de la vulnérabilité des populations attribuable à la faible présence d'enjeux de crise de proximité dans les zones exposées à l'isolement.

- Les risques encourus compte tenu de la localisation d'enjeux majeurs pour le fonctionnement du district dans les zones exposées à l'isolement

- Les risques encourus compte tenu de la localisation d'enjeux majeurs dépendant des échanges en provenance de l'extérieur du DMQ ou des vallées orientales, dans les zones susceptibles de ne se retrouver accessibles qu'au prix d'importants détours.

Le premier cas de figure fait ressortir que le risque de voir se développer des épidémies et une surmortalité n'est pas à écarter compte tenu de la faible disponibilité en eau, des carences en capacités médicales et en force de secours dans les secteurs *Oyacoto, Cumbayá, Miravalle* et *San Juan*.

Dans le deuxième cas de figure, les risques envisageables correspondent à des perturbations des cycles scolaires, des licenciements techniques conjoncturels, des manques à gagner, une perte de compétitivité, des désapprovisionnements. Les risques de coupures électriques, de dysfonctionnements dans les télécommunications et les services de transport (trolley) ainsi que des problèmes d'information de la population sur les mesures d'urgence à suivre, pourraient également découler de cette situation.

Dans le troisième cas de figure, les risques sont surtout liés au fait que l'hypercentralité de l'agglomération, associée à un très grand nombre d'enjeux majeurs pour le fonctionnement du système territorial, est directement concernée. Les risques encourus correspondent à des retards dans les livraisons, à des problèmes d'approvisionnement en matières premières, à des difficultés à expédier les productions vers les autres provinces... Cette situation se traduirait par des surcoûts et une perte significative de compétitivité. Les exportations de fleurs pourraient également souffrir des difficultés d'accès à l'aéroport et des désapprovisionnements en denrées périssables et en combustibles seraient à prévoir. Enfin, compte tenu de l'ampleur habituelle des mouvements pendulaires, le déroulement des activités économiques et des pratiques urbaines pourrait être très fortement bouleversé.

2 – Synthèse de la méthode

Nous reprenons dans cette section au moyen de la figure 14, les principales étapes et articulations de la méthode. Le point de départ est l'analyse du système de mobilité à partir de laquelle il est possible d'identifier ses enjeux et vulnérabilités. La dernière partie porte sur l'évaluation des risques compte tenu des enseignements issus des trois premières. A toutes les étapes, l'usage du SIG est nécessaire mais non suffisant.

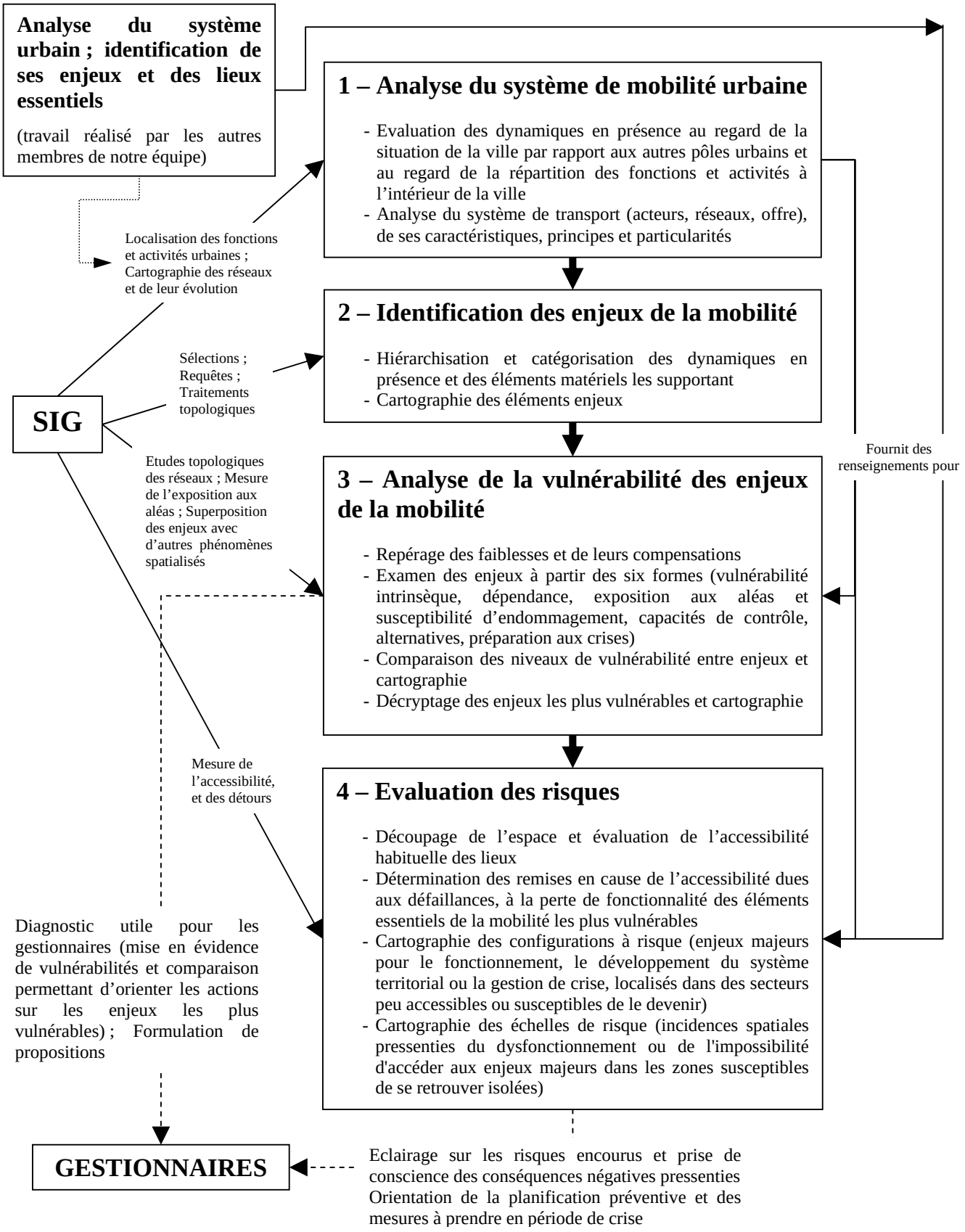


Figure 14 : Récapitulatif des quatre étapes de l'analyse.

Dans une perspective de planification préventive, cette recherche propose une base de réflexion utile aux différents acteurs urbains, fournit des pistes pour la réduction des vulnérabilités et apporte des orientations pour la gestion de crise, comme nous le précisons dans le paragraphe suivant.

3 - Apports aux gestionnaires

Dans le domaine de la mobilité, l'exploitation de l'enquête Origine Destination réalisée dans les bus urbains et interparoissiaux par la UPGT en 1998 et surtout la cartographie des flux, des affluences, des motifs de déplacements par zone, a constitué un apport certain pour les gestionnaires municipaux du transport. De même, la digitalisation des réseaux de transport en commun (lignes de bus) sur l'ensemble de la ville a été une grande nouveauté à Quito. Ces résultats ont été fort appréciés et ont été intégrés dans le diagnostic du Schéma Directeur des Transports de 2002. En parallèle, la constitution de la base de données géoréférencées « *Mobilité* » sert de base pour la gestion et la planification des transports au quotidien. Elle intègre outre les données préalablement mentionnées d'autres informations actualisées, traitées, validées, harmonisées, dont certaines sont issues d'autres organismes. Par exemple, c'est auprès de l'Entreprise Electrique de Quito que nous avons récupéré la base de données sur la localisation des différents types de compteurs électriques. Cette dernière nous a permis de dresser une carte de l'occupation dominante actuelle des sols par îlot (voir carte 15, p. 68). D'une manière générale, ce premier travail a permis de considérer les transports et les réseaux sur l'ensemble de l'agglomération et non plus seulement à l'échelle de la ville stricto sensu sur laquelle travaillait les gestionnaires municipaux du transport.

Dans le domaine des vulnérabilités, l'avantage de la méthode est qu'elle se base dans une large mesure sur les renseignements fournis par les techniciens et gestionnaires en charge du transport. Les termes employés sont donc les leurs et concernent des objets ciblés (une route-enjeu, un pont-enjeu, une gare-enjeu) connus des techniciens sur lesquels ils ont directement prise. L'analyse est en ce sens plus facilement appropriée par les intéressés (en tout cas beaucoup plus qu'une étude scientifique portant sur la simple exposition de la ville à des aléas). Nous avons synthétisé les vulnérabilités et les avons cartographiées. La carte, support privilégiée du géographe, offre une lecture simple par niveaux de vulnérabilité (de la plus faible à la plus forte) et permet la comparaison des éléments sur l'ensemble de l'agglomération. L'objectif étant d'aider les gestionnaires urbains à prendre des décisions afin de réduire les vulnérabilités, les cartes permettent de repérer les enjeux majeurs les plus vulnérables sur lesquels les actions devront être menées en priorité. Nous avons également formulé quelques propositions que nous reprenons ci-après.

Si certaines faiblesses sont difficilement résolubles (comment améliorer l'accessibilité d'un axe majeur dans des secteurs ruraux ou suburbains où le réseau est peu dense ?), les gestionnaires peuvent en revanche intervenir sur d'autres vulnérabilités. L'installation d'une dizaine de caméras vidéo ou la création de postes d'observation (CCO) sur les collines séparant la ville des vallées orientales, permettrait de suivre à distance les conditions de circulation sur les axes périphériques majeurs particulièrement vulnérables et d'aviser rapidement les équipes d'intervention appropriées en cas de problème. Ceci permettrait un gain de temps pour l'envoi des secours. D'autre part, la mise en place d'itinéraires de

délestage balisés en cas de fermeture d'un axe enjeu permettrait d'améliorer notablement les conditions de circulation. On pourrait réfléchir sur les alternatives routières en cas de fermeture des axes enjeux majeurs, tronçon par tronçon. De même, certains facteurs accidentogènes, en particulier le transport de produits inflammables, pourraient être davantage réglementés. Une ordonnance municipale pourrait par exemple interdire la livraison de combustibles pendant la journée, ou pendant les heures de pointe.

En ce qui concerne les ponts, même si le coût d'un ouvrage en béton précontraint est supérieur à celui d'un ouvrage en béton armé, la résistance du premier au séisme est bien supérieure à celle du deuxième. La mairie pourrait envisager un changement dans le système de construction de ces infrastructures, en attribuant les contrats uniquement aux entreprises qui maîtrisent d'une part les techniques du béton précontraint, permettant aussi de réduire la durée des chantiers, et d'autre part les techniques de sismo-résistance dont les normes sont aujourd'hui bien connues. Par ailleurs, un entretien régulier des ouvrages peu onéreux permettrait d'augmenter leur résilience face aux aléas. La consolidation des infrastructures dont la vulnérabilité intrinsèque est élevée, notamment celles situées sur les accès au district, est également un travail envisageable à court terme. L'installation de caméras ou de postes d'observation mentionnée au préalable permettrait aussi d'améliorer la télésurveillance de ce genre d'ouvrage en dehors de l'espace central. Enfin, la mairie pourrait envisager la constitution d'une équipe spéciale pour intervenir rapidement en cas d'endommagement des infrastructures, en organisant les potentialités actuelles (en réquisitionnant par exemple certaines machines d'entrepreneurs en BTP), en organisant des simulations….

Nous l'avons vu également, si dans le plan de gestion de crise de l'éruption du volcan *Pichincha*, la fermeture des tunnels avait été pensée par principe de précaution, aucun itinéraire de délestage balisé n'y était proposé. Compte tenu des observations préalables, la mairie ou la police pourrait donc envisager d'organiser des circuits bis pour pallier à la fermeture des tunnels. Ces circuits pourraient intégrer des déviations fléchées par exemple aux entrées de la ville ou à des carrefours stratégiques bien avant de déboucher sur les tunnels. Des simulations pourraient être organisées afin de tester l'efficacité de ces circuits. D'autre part, l'existence de ce type de circuits permettrait aux automobilistes et aux opérateurs de transport en commun de ne pas se retrouver dans le désarroi, comme c'est le cas actuellement lorsque la traversée des tunnels est impossible. Les pompiers pourraient profiter de la fermeture des tunnels lors des jours de nettoyage pour procéder à des exercices d'entraînement. Enfin, l'acquisition de combinaisons spéciales et de masques à oxygène augmenterait très fortement leur efficacité et leur sécurité en cas d'incendie dans les tubes.

Dans le domaine des risques, l'analyse montre les impacts de la défaillance ou de la perte de fonctionnalité des éléments enjeux de la mobilité sur l'accessibilité des secteurs à partir desquels il est possible d'évaluer les conséquences négatives pressenties. Les cartes proposées (cartes 70, 71 et 72) mettent en avant un certain nombre de risques encourus et les échelles associées. Cette réflexion permet dans un premier temps d'orienter les mesures à suivre en période de crise. Par exemple, en cas de séisme, à partir de l'étude que nous avons réalisée en partenariat avec la Faculté d'Ingénierie Civile de l'Ecole Polytechnique Nationale de l'Equateur, nous avons identifié les ponts qui ont la plus forte probabilité de s'effondrer en fonction de l'accélération maximale au sol attendue. L'effondrement des ouvrages entraîne des perturbations des dynamiques de mobilité, en particulier des dynamiques enjeux, que nous

avons identifiées. Ceci permet de prioriser le rétablissement des connexions enjeux, en sollicitant la Défense Civile ou l'Armée afin de lever des ponts provisoires en des lieux précis du réseau routier. Dans le même ordre d'idées, le repérage des zones qui sont à la fois densément peuplées, à la fois exposées à l'isolement et à la fois faiblement pourvues en enjeux vitaux de proximité permet en cas de crises d'orienter l'envoi des forces de secours vers lesdits secteurs.

Les éclairages sur les risques encourus fournissent aussi des pistes en matière de planification préventive. Par exemple, la mairie pourrait remédier au manque d'équipements permettant d'affronter une crise (dispensaires, réserves d'eau ou d'aliments…) dans les quelques secteurs les plus exposés à l'isolement. Elle pourrait également consentir quelques investissements en matière de voirie pour améliorer l'accessibilité des secteurs les plus exposés à l'isolement. A cet égard, la construction de la route d'accès au nouvel aéroport permettra de réduire considérablement dans la vallée de *Tumbaco* et *Cumbayá* les possibilités d'isolement, ce qui contribue à réduire la vulnérabilité et les risques associés.

4 – Limites de l'étude

La mobilité est en constante évolution et a fortiori dans une ville où la population double tous les vingt ans. Les réseaux de transport sont également extrêmement changeants. Les résultats que nous présentons datent de 2001 et 2002 pour l'essentiel, et peuvent donc, dans certains domaines, ne plus être entièrement d'actualité. En ce qui concerne les volumes de déplacements réalisés en transport en commun, les données sont issues de l'enquête Origine Destination qui date de 1998. Là aussi, la situation a certainement évolué depuis, mais aucune autre étude plus récente n'a vu le jour. D'autre part, l'analyse porte essentiellement sur le transport de personnes en bus (et sur une partie seulement, dans la mesure où nous ne disposions pas de données concernant le transport intercantonal) et l'analyse des déplacements en voiture a été restreinte à quelques comptages ponctuels de véhicules.

Dans le domaine de la vulnérabilité, le diagnostic repose largement sur des entretiens que nous avons réalisés auprès des acteurs et gestionnaires en charge des enjeux. Nous avons toujours tenté de valider cette information auprès d'autres responsables, mais cela n'a pas toujours été possible. Des doutes persistent par exemple au sujet de la qualité du bitume utilisé pour la réfection des axes enjeux. L'asphalte peut être de mauvaise qualité (cf. 2.4.1.1, p. 240), fondre sous la chaleur du soleil, rendre la chaussée glissante et particulièrement dangereuse, surtout sur les tronçons à forte pente.

A ce stade, la restitution aux gestionnaires des résultats de l'analyse de vulnérabilité n'a pas encore été effectuée. Elle est prévue avec la prochaine parution d'un deuxième ouvrage en cours de rédaction sous la direction de R. D'ERCOLE et P. METZGER[204].

[204] D'ERCOLE R., METZGER P. (en préparation) - *Vulnerabilidades del Distrito Metropolitano de Quito* - Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador. Ouvrage dont la publication est prévue pour octobre 2004.

En ce qui concerne les aléas, leur cartographie peut présenter certaines lacunes et peut parfois témoigner de différences non négligeables pour un même phénomène en fonction des sources considérées. Les traitements effectués pour aboutir à des degrés synthétiques d'aléas fondés sur ces cartes, ne fournit par conséquent qu'une approximation de la réalité d'autant plus si l'on considère l'échelle des cartes sources (la plupart sont au 1/50 000). Ceci dit, à défaut d'autres informations, il n'était pas possible d'établir un diagnostic plus précis. Pour les enjeux majeurs qui sont à la fois fortement exposés et fortement susceptibles à l'endommagement, il est toujours envisageable de mener des études d'aléas plus localisées.

En ce qui concerne les risques, notre analyse repose sur les enjeux du fonctionnement territorial urbain identifiés par notre équipe de recherche dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le District Métropolitain de Quito ». Cette information comporte aussi ses propres limites et ne prétend pas non plus à l'exhaustivité[205]. D'autre part pour établir les scenarii, nous avons envisagé un cas de figure qui relève d'une situation exceptionnelle, qui ne s'est encore jamais produite, mais qui n'est pas complètement dénuée de tout sens dans la mesure où des phénomènes susceptibles d'entraîner des dommages majeurs menacent l'aire métropolitaine (lahars, séismes). Par exemple, une forte secousse sismique pourrait entraîner la fermeture des accès principaux, compte tenu de l'effondrement des infrastructures routières comportant un tablier aérien. Les quatre accès par la Panaméricaine Nord, la route *Interoceánica*, l'autoroute *Rumiñahui* et la Panaméricaine Sud seraient en conséquence probablement hors service. L'accès serait vraisemblablement maintenu par la route Nord Orientale et par l'ancienne route à *Conocoto* (depuis la vallée de *Los Chillos*). Pour l'analyse, nous avons retenu ce scénario. Il aurait été souhaitable de pouvoir tenir compte également des autres effets induits par un tremblement de terre tels que les glissements de terrain, les chutes de débris sur les chaussées, mais, nous ne disposions pas de données suffisantes dans ces domaines. De même, d'autres phénomènes d'origine naturelle ou anthropique, ou encore la défaillance d'un enjeu de mobilité donné, liée à sa vulnérabilité intrinsèque, auraient permis d'approfondir l'analyse et de mettre en évidence des différences, des similitudes en ce qui concerne les conséquences pressenties.

5 – Reproductibilité au profit d'autres villes

Cette recherche repose sur une méthode d'analyse du risque en milieu urbain élaborée de façon à être reproductible, mais des variantes sont envisageables.

Cette étude a été possible grâce au soutien inconditionnel de notre partenaire municipal qui nous a permis d'accéder à l'information de ses différents services et qui nous a facilité l'obtention de données auprès d'autres organismes. Ce partenariat favorable est en partie dû à l'ancienneté de la coopération scientifique entre la municipalité de Quito et l'IRD qui avait déjà abouti à une analyse urbaine très approfondie au début de la décennie 90 avec la parution de l'Atlas Infographique de Quito. Ceci dit, il nous est appartenu à nous aussi d'entretenir au quotidien les relations amicales et la confiance avec nos collègues municipaux. L'accès à l'information est une condition nécessaire pour mener ce genre d'analyse. Une thèse récemment soutenue portant sur la vulnérabilité sismique de la ville d'Ensenada au Mexique (CHAVEZ VELAZCO G., 2004) montre combien cette question est cruciale.

[205] Pour plus d'information, voir D'ERCOLE R., METZGER P., 2002, *Los lugares esenciales del DMQ*

Des adaptations de la méthode sont envisageables, en particulier en ce qui concerne l'identification des enjeux. Dans notre travail, nous avons décrypté les enjeux, grâce à une méthode approfondie, à partir de l'analyse préalable des dynamiques de mobilité et du système de transport. Ceci dit, suivant l'information disponible en d'autres lieux, une simplification est possible en recourant uniquement à certains critères et non à tous, ou alors en recourant à d'autres critères qui peuvent paraître plus pertinents en fonction du contexte local. En effet, dans d'autres villes, d'autres modes de transport en commun existent (métro, train de banlieue, tramway…) et les enjeux (tout comme leurs vulnérabilités) seront par conséquent différents. Dans le même ordre d'idées, si les enjeux de mobilité peuvent correspondre à des éléments du transport en commun, dans certaines villes, les enjeux de mobilité sont surtout associés à l'automobile (à *Los Angeles* par exemple). En plus des routes, des échangeurs, des tunnels, d'autres éléments peuvent y constituer des enjeux (parkings à étage, parkings souterrains…).

6 – Enjeu, vulnérabilité et accessibilité : trois notions essentielles pour l'évaluation des risques

Cette analyse du risque en milieu urbain, à partir de la question de la mobilité, repose sur l'exploitation de trois notions-clefs : **l'enjeu, la vulnérabilité et l'accessibilité**, et sur leur articulation.

L'identification des enjeux constitue la base de l'analyse de risque en milieu urbain. Dans une perspective d'optimisation de réduction des risques, au plus faible coût et le plus rapidement possible en raison de l'urgence connue par les villes des pays du Sud, il paraît pertinent de se focaliser sur les structures essentielles, celles dont la perte, l'endommagement ou la défaillance serait le plus préjudiciable pour le système urbain, et qu'il faut par conséquent épargner, protéger ou renforcer à tout prix. C'est donc prioritairement sur ces enjeux que doivent porter les analyses de vulnérabilité, ce qui est valable pour tous les types d'enjeux d'un système urbain et en particulier pour les enjeux de la mobilité. Et c'est prioritairement sur les enjeux vulnérables que doit se porter l'attention des pouvoirs publics dans la mesure où ce sont ces derniers qui ont la plus forte probabilité d'être endommagés ou de connaître des défaillances graves. Le concept de vulnérabilité vient donc en complément de celui d'enjeu pour l'analyse de risque en milieu urbain.

Dans l'analyse de risque à laquelle nous avons procédé, la mobilité intervient à double titre. D'une part en tant qu'enjeu du système urbain. En effet, la mobilité pour un système urbain représente un enjeu en soi et repose sur des enjeux-objets, c'est-à-dire sur des éléments matériels essentiels identifiables et localisables et notre étude constitue un apport dans ce sens, notamment sur le plan méthodologique. D'autre part, la mobilité permet d'envisager la notion d'accessibilité également essentielle, au même titre que l'enjeu et la vulnérabilité, pour l'évaluation des risques à l'échelle d'un système territorial tel que le district métropolitain de Quito. C'est à partir de la notion d'accessibilité qu'il est en effet possible de mesurer les conséquences possibles de la défaillance d'un enjeu majeur de la mobilité, défaillance d'autant plus probable que ce dernier cumule des vulnérabilités et peu de compensations. L'accès aux lieux essentiels du système territorial, supports d'enjeux pour son fonctionnement et développement, peut être ainsi compromis et un enchaînement de conséquences peut se

produire, pénalisant plus ou moins durement non seulement le système territorial concerné, mais également les niveaux supérieurs, à d'autres échelles, notamment lorsque ce système territorial correspond à la capitale d'un pays.

Les trois notions d'enjeu, de vulnérabilité et d'accessibilité sont donc indissociables et l'objet de cette thèse était d'en montrer les articulations et de les exploiter. En s'appuyant sur ces trois notions et sur l'analyse spatiale qu'elles supposent, le géographe peut donc, dans une perspective de planification urbaine préventive et de gestion des crises, apporter des réflexions utiles aux gestionnaires urbains.

BIBLIOGRAPHIE

AINSTEIN L., 1996, Buenos Aires: A case of deepening social polarization, in "The mega-city in Latin America" edited by Alan Gilbert, United Nations, University Press, Tokyo, New-York, Paris, pp 133-154.

AKAKPO A. M., 1998, Le rôle de la ville de Lomé dans les transports urbains, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 517-521.

ALLEGUE H., 1994, Le métro léger de Tunis : sept ans après la première mise en service, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 73-88.

ALLPORT R. J., 1998, Creating civilised cities - The role of mass transit policy and the private sector, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 27-33.

AMSLER Y., 1998, Urban public transport regulation and financing: International overview, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 963-970.

APPERT M., CHAPELON L., 2003, Variabilité de la performance des réseaux routiers : application à la région urbaine de Londres", in: MATHIS Ph. (Ed), Graphes et réseaux: modélisation multiniveau. Paris: Hermès. pp. 49-76.

APPERT, M., CHAPELON L., (à paraître), The urban traffic system vulnerability: definition and measures, Université Montpellier III, Journal of Transport Geography.

ARACIL J., 1984, Introduction à la dynamique des systèmes, Lyon, PUF, Coll. Science des Systèmes, (traduit de l'anglais), 412p.

ARAGO J., BRASILEIRO A., COLUCCI S., CASTAHNA L., 1994, La place des transports collectifs dans les villes : les cas de Recife, Salvador, Jao Pessoa et Natal (Brésil), in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 97-111.

ARCHER B., DROUET D., 1994, La ville et l'environnement, 21 ans d'expériences à travers le monde, Institut National du Génie Urbain, Ed. Polytechnica, 173p.

ARIAS C., 1997, El sistema de Trolebús de la ciudad de Quito-Ecuador, Banco Interamericano de desarrollo, Simposio : La ciudad latinoamericana y del Caribe en el nuevo siglo - Intercambio de experiencias de gestión urbana, Barcelona, 27p.

ARMOOGUM J., MADRE J.-L., 1998, Redressement de l'enquête transports pour l'estimation de matrices Origine-Destination, Rapport INRETS n°223, mai 1998, 48p.

ARNAL C., MASURE Ph., 1996, Approche intégrée des risques dus aux aléas naturels et leur impacts potentiels sur les établissements humains, industriels, infrastructures sensibles, Module 1 : Evaluation de l'impact économique et financier d'une catastrophe naturelle - Le cas de Nîmes, BRGM, Ministère de l'Environnement, 71 p. + annexes.

ASCHAN-LEYGONIE Ch., 2000, Vers une analyse de la résilience des systèmes spatiaux, in l'Espace Géographique, 29 (1), pp. 64-77.

ASCHER F. et al., 1997, L'aménagement urbain face à la crise, Editions de l'Aube, 253p.

ASEMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 1998, Constitución Política de la República del Ecuador, Ed. Gonzalo Arias Barriga, 2nd Edición, 123p.

ASTE J.-P., 1994, Les outils d'aide à la prévention et à la gestion du risque en milieu urbain, in RGA, 1994, No 4, pp. 125-129.

ATC, 1991, Seismic Vulnerability and Impact of Disruption of Lifelines in the Conterminous United States, Applied Technology Council - 25, Federal Emergency Management Agency (FEMA), Redwood City, CA, 439p.

ATIAGA G., DEMORAES F., 2002, Vulnerabilidad estructural de los puentes del Distrito Metropolitano de Quito frente al peligro sísmico - Aplicación y adaptación de la metodología HAZUS®99 al contexto ecuatoriano - Presentación de la metodología, resultados y mapas, Direcciones Metropolitanas de Territorio y Vivienda y de Transporte y Vialidad, Municipio del Distrito de Quito, Escuela Politécnica Nacional, IRD, décembre 2002, Quito, Equateur, 127p.

ATIAGA G., DEMORAES F., 2003, Vulnerabilidad sísmica de pasos elevados y puentes que forman parte de la infraestructura vial del Distrito Metropolitano de Quito - Adaptación y aplicación de la metodología HAZUS®99 - Ampliación del proyecto "Vulnerabilidad estructural de los puentes del Distrito Metropolitano de Quito frente al peligro sísmico", en colaboración con F. Yepez - EPN / IRD / MDMQ, 67p.

AUXIETTE J., PÉCHEUR P., 1998, Les plans de déplacements urbains : un outil pour le développement durable, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 327-328.

AYALA MORA E., 2000, Resumen de historia del Ecuador, Biblioteca General de Cultura, Segunda Edición, Corporación Editoria Nacional, bajo el auspicio de la fundación Hernán Malo, Quito, 162p.

AYON-GAYALA A., 1998, Mise en oeuvre d'une politique de déplacements urbains - Le cas de Brazzaville - Congo, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 55-58.

BAILLY A., 1996, Environnement, risques naturels, risques de sociétés, in "Risques naturels, risques de Sociétés", Economica, sous la direction de A. Bailly, 1996, pp 1-6.

BARBIEUX C., GREGOIRE B., 1998, Les transports publics urbains dans les pays en développement : Crises et perspectives, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 21-26.

BARRERE C., 1993, Vulnérabilité sociale et information préventive : éléments pour une préparation à la gestion de situations de crises sismiques à la Martinique, Mémoire de maîtrise de sciences de techniques dirigée par Alain Morel, Université Joseph Fourier, Institut de Géographie Alpine, 169p.

BASTIE J., DEZERT B., 1991, La ville, Masson, Paris, 416p.

BAUD P., BOURGEAT S., BRAS C., 1997, Dictionnaire de Géographie, 2ème édition, Coll. Initial, Hatier, Paris, 509p.

BAVOUX J-J., (sous la direction), 1998, Introduction à l'analyse spatiale, Coll. " Synthèse ", série " Géographie ", Armand Colin, Paris, 96p.

BEAUCIRE F., 1996, Les transports publics et la ville, Editions Milan, 63p.

BEAUJEU-GARNIER J., 1995, Géographie urbaine, 4ème édition, Armand Colin, 349p.

BEGUIN H., 1995, Analyse quantitative, in Les concepts de la géographie humaine, Masson, pp. 211-219.

BEGUIN M, PUMAIN D., 2000, La représentation des données géographiques - Statistiques et cartographie, Coll. Cursus Géographie, Armand Colin, Paris, 192p.

BERDICA, K., 2000, Analysing vulnerability in the road transportation system. Rapport TRITA-IP FR 00-76, Royal Institute of Technology, Division of Transport and Location Analysis, Stockholm, Sweden, 75p.

BERDICA K., 2002, An introduction to road vulnerability: what has been done, is done and should be done, Transport Policy 9 (2), pp. 117-127.

BLAIKIE P., CANNON T., DAVIS I., WISNER B., 1996, Vulnerabilidad, El entorno social, politico y económico de los desastres, La RED, 374p.

BOCK M. S., GODARD H., de MAXIMY R., 1992, Le réseau viaire : un élément marquant l'espace de façon différenciée et Accessibilité et enclavement : une vision des modes de composition urbaine, Chapitre V : Organisation spatiale et ségrégation fonctionnelle, planche 40 : les modes de composition urbaine, paragraphes 2 et 4, in Atlas Infographique de Quito, 11p.

BONDOUX F., DEMORAES F., 2002, Determinación de la demanda en transporte interparroquial e informal del corredor Quito - El Quinche mediante una encuesta Ascensos Descensos - Síntesis - (système FINDEM), Synthèse d'un rapport d'expertise rédigé à la demande de la Direction Métropolitaine des Transports de la Mairie de Quito, Novembre 2002, 81p.

BONNAFOUS A., PUEL H., 1983, Physionomies de la ville. Les éditions ouvrières, Série "Initiation Economique ", Paris, pp.157.

BOUVIER C., AYABACA E., PERRIN J.L., CRUZ F., FOURCADE B., ROSARIO S., CARRERA L., 1999, Variabilité temporelle et spatiale des averses en milieu andin : exemple de la ville de Quito (Equateur), in RGA N°3 Tome 87, pp.51-65.

BRASILEIRO A., HENRY E., 1999, Viação ilimitada, ônibus das cidades brasileiras, Edición Cultura Editores Associados, 636p.

BRGM-ORSTOM, 1983-84, Estudios y prevención de los riesgos geodinámicos en la región de Quito, BRGM - ORSTOM - Ambassade de France en Equateur, Quito, 58p.

CAI J-S., 1994, Urban transport strategies for sustainable development of large cities in the developing countries, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 313-322.

CAMARA A. P. R., 1994, Rio de Janeiro public transportation provision - Characteristics and spatial inequalities, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 31-45.

CARDONA O.D., 1991a, Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, in Los desastres no son naturales, La RED, http://osso.univalle.edu.co/tmp/lared/public, article 16p.

CARDONA O.D., 1991b, Manejo ambiental y prevención de desastres : dos temas asociados, in Los desastres no son naturales, La RED, http://osso.univalle.edu.co/tmp/lared/public, article 10 p.

CARREÑO C. R, 1994, Risques naturels et développement urbain dans la ville andine de Cusco - Pérou, in RGA, No 4, pp. 27-43.

CARRIÓN D., 1993, Servicios urbanos y ambiente, Instituto de Capacitación Municipal, Serie de Capacitación en Manejo Ambiental Urbano, Tomo 2, MDMQ-ICAM / PNUD, 23p.

CARRION D., 2002, A municipality behind reality - Urban-Spatial Transformations in Quito (1990-2000), PhD Thesis, Netherland, (draft), 136p. (hors illustrations et annexes).

CARRIÓN F., 2000, Transporte urbano: el caso de Quito en el nuevo urbanismo, 11p.

CARRION F., ARCOS C., PALOMEQUE A., TERAN A., 2001, Diagnóstico sobre seguridad ciudadana en Ecuador : un paso hacia la definición de políticas públicas, Revue Iconos N° 11, FLACSO, Quito- Equateur, pp. 68-79.

CARRIÓN F., VALLEJO R., 2000, Quito, Chapitre 16, in Métropoles en mouvement, une comparaison internationale DUREAU F. et al, Collection Villes, Ed. Economica, IRD, pp. 603-611.

CAZAMAJOR Ph., 1987, Abastecimiento de las ciudades, mercados y ferias, Capitulo 12, in El espacio urbano en el Ecuador, Red urbana, Región y Crecimiento, Geografía Básica del Ecuador, Tomo III Geografía Urbana, pp. 241-254.

CEDIG-IPGH-ORSTOM-IGM, 1987, El espacio urbano en el Ecuador, Red urbana, Región y Crecimiento, Geografía Básica del Ecuador, Tomo III Geografía Urbana, 307p.

CEPAL, 1983, Los desastres naturales de 1982-1983 en Bolivia, Ecuador y Perú, Naciones Unidas, Consejo Económico y Social, Diciembre de 1983, 226p.

CEPAL, 1991, Manual para la estimación de los efectos socioeconómicos de los desastres naturales, Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile, 265p.

CEPAL, 1998, Ecuador : Evaluación de los efectos socioeconómicos del fenómeno El Niño en 1997-98, Naciones Unidas, PNUD, 75p.

CERTU, 2002, Vulnérabilité des réseaux urbains et gestion de crise, Exemple de l'inondation de mars 2001 à Lyon et Mâcon, Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (DPPR), 81p. http://www.certu.fr

CHADULE (Groupe), 1997, Initiation aux pratiques statistiques en géographie, Armand Colin, Collection U, série géographie, Paris, 203p.

CHAKRAVARTY A. K., SACHDEVA Y. P., 1998, Sustainable urban transport policies for developing countries, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 59-67.

CHALINE C., DUBOIS-MAURY J., 1994, La ville et ses dangers, Prévention et gestion des risques naturels, sociaux et technologiques, Masson, 253p.

CHALINE C., DUBOIS-MAURY J., 1994, Les vulnérabilités de la ville contemporaine, 2ème partie, pp. 53-147, in La ville et ses dangers, Prévention et gestion des risques naturels, sociaux et technologiques, Masson, 253p.

CHARDON A.C., 1994, Etude intégrée de la vulnérabilité de la ville de Manizales (Colombie) aux risques naturels, in RGA, No 4, pp. 97-111.

CHATELAIN J.L., et al. 1994, Les scénarios sismiques comme outils d'aide à la décision pour la réduction des risques : projet pilote à Quito, Equateur, in RGA, No 4, pp. 131-150.

CHATELAIN J.L., GUILLER B., YEPES H., et al., 1996, Projet pilote de scénario sismique à Quito (Equateur) : méthode et résultat, Bull. IFEA., 1996, Tome 25, No 3, pp. 553-588.

CHAVEZ VELAZCO G., 2004, Adaptation à un ville moyenne d'une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité au risque sismique. Le cas de la ville d'Ensenada (Basse Californie Mexique), 200p.

CHESNAIS M., DHIEB M., DAOUD A., 1998, Un S.I.G. pour la gestion des déplacements urbains à Sfax, Tunisie, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 423-427.

CIUDAD / ACJ, 1992, Diagnóstico de los barrios populares de la zona de Guamaní, CIUDAD / Asociación Cristiana de Jóvenes, Quito, pp. 23-30.

CIUDAD / CIID, 1990, El transporte colectivo en Quito, in Proyecto de Investigación : Urbanización y Políticas en el Ecuador, CIUDAD - Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo - Canadá, 198p.

COLLIN C., 1995, Risques urbains - Union Européenne - Prévention et gestion des risques, Ed. Continent Europe, 223p.

CONAM, 2001, Taller de identificación y análisis de las alternativas de delegación del sistema trolleybus del Distrito Metropolitano de Quito, José Núñez Cristiansen, Director Unidad de Infraestructura - Comisión Nacional de Modernización del Estado, Taller 12 al 16 de Marzo de 2001, Quito - Ecuador, 7p.

CORREA HOUSE C., 2002, Relación entre la tectónica y la erosión en el borde oriental de la cuenca de Quito, Universidad Central Del Ecuador, Facultad de Ingenieria en Geologia y Minas, Petroleros Ambientales, thèse de diplôme d'ingénieur géologue, 280p.

COSINSCHI M., RACINE J.-B., 1995, Géographie urbaine, in Les concepts de la géographie humaine, Masson, pp. 96-116.

COURET D., 1994, Système d'information géographique, inégalité dans le logement et ségrégation spatiale à Quito (Equateur), Paris, ORSTOM Editions, Coll. Etudes et Thèses, 235p.

COVA T.J., CONGER S., 2004, Transportation hazards, in Transportation Engineers' Handbook, M. Kutz (Ed.), (sous presse).

CUSSET, J-M, 1993, Dynamique des systèmes de transport urbain dans les pays en développement : convergence et singularités, in la Recherche-Transports-Sécurité, revue INRETS, n° 37, pp. 23-32.

CUSSET J.-M., 1998, Accès à la ville et besoins de mobilité des populations en périphérie : le cas de Ouagadougou, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 689- 694.

Da MATHA SANT'ANNA M. A., 1998, La politique de déplacements urbains : un outil de développement durable : le cas du Bénin, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 633-638.

DANECH-PAJOUH M., 1990, Estimation des matrices Origine-Destination par les comptages et la théorie de l'information, Rapport INRETS n°126,28p. + annexes.

DATTA B. C., 1998, Comparative transport profile of mega cities in India for strategic transport planning, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 157-164.

DAUPHINE A., 2001, Risques et catastrophes : Observer, spatialiser, comprendre, gérer, Coll. U, Armand Colin, 288p.

De AQUINO PEREIRA W. A., 2001, Demanda e oferta Trole-Quito, Informe Final, CONAM - UPGT, CD-Rom.

De AQUINO PEREIRA W. A., 2001, Informe final - Estudios de demanda e oferta del Sistema Trolebús del Distrito Metropolitano de Quito, 80p.

DE MAXIMY R., PEYRONNIE K., 2000, Gente de Quito, IRD/Abya-Yala/ CEDIME, 212p.

DE MIRAS C., 1996, Risques naturels : de la géophysique à l'approche institutionnelle, Bull. IFEA., 1996, Tome 25, No 3, pp. 603-614.

DE NONI B. et G., FERNANDEZ M.A., PELTRE P., (1988), Drainage urbain et accidents climatiques à Quito (Equateur). Analyse d'un cas récent de crue boueuse, Cahiers des Sciences Humaines, Paris : ORSTOM, N°24 (2), pp. 225-249.

DE SOUZA R.-M., 1999, Household transportation use and urban air pollution, A comparative analysis of Thailand, Mexico and the United States, Population Reference Bureau, 36p.

DELER J.-P., 1992, Ciudades Andinas: viejos y nuevos modelos, in Ciudades de los Andes, Visión histórica y contemporánea, Eduardo Kingman, Ed. CIUDAD, Quito, pp. 351-374.

DEMORAES F., 1999, Etude des conséquences immédiates et à terme des phénomènes associés à un événement El Niño ; Intérêt d'une approche géographique. Faisabilité et perspectives de la recherche en Equateur (1982-98), Mémoire de DEA Interface Nature / Sociétés réalisé sous la direction de Robert D'Ercole, Université de Savoie, Chambéry, Juin 1999, 106p.

DEMORAES, F. 2000, Etude de l'évolution de l'agglomération de La Paz - El Alto depuis les vingt dernières années compte tenu des contraintes environnementales du site. Synthèse du travail de maîtrise publié dans la revue LAZOS, Bulletin de Liaison Bolivianiste - Université des Sciences et Technologies de Lille, 8p.

DEMORAES F., D'ERCOLE R., 2001, Cartografía de las amenazas por cantón en el Ecuador – Rapport et cartographie réalisés pour COOPI / OXFAM dans le cadre du projet « Cartografía de riesgos y capacidades en el Ecuador », août 2001, Quito – Equateur, 65p. (paru dans le CD-ROM interactif - SIISE version 2.5).

DEMORAES, F. 2002a, Metodología de identificación de los elementos de mayor interés del transporte urbano, Aplicación a la ciudad de Quito y representación espacial a través de un SIG, article paru dans les actes du Séminaire International sur les Systèmes d'Information Géographiques « GIS Ecuador 2002 » Juillet 2002, Ecole Polytechnique Nationale, Quito, Equateur, CD-ROM.

DEMORAES, F. 2002b, Vulnerabilidad de la movilidad en Quito inducida por la exposición a las inundaciones de un medio de transporte clave : el trolebús, article paru dans les actes du Congrès Panaméricain d'Ingénierie du Trafic et des Transports (Panam XII), Novembre 2002, Quito, Equateur, CD-ROM.

DEMORAES F., 2002c, Situación del transporte y de las comunicaciones frente a los lahares relacionados con una erupción del volcán Cotopaxi - Distrito Metropolitano de Quito, contribution au rapport IRD « Evaluación de riesgos y análisis de necesidades en la hipótesis de una erupción del volcán Cotopaxi » rédigé sous la direction de Robert D'Ercole et présenté à l'atelier du Comité des Opérations de Crises, MDMQ, Defensa Civil, Cruz Roja, Consejo Provincial, Bomberos, 911, février 2002, Quito, Equateur, 7p.

DEMORAES F., BONDOUX F., SOURIS M., NUÑEZ H, (sous presse), Innovaciones tecnológicas aplicadas al transporte colectivo en Quito - Optimización en la evaluación de la demanda con GPS y SIG, article à paraître dans le Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, Lima, Pérou.

D'ERCOLE R., 1991, Vulnérabilité des populations face au risque volcanique. Le cas de la région du volcan Cotopaxi (Equateur) - Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, 460p.

D'ERCOLE R., 1994, Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse, in RGA, No 4, pp. 87-96.

D'ERCOLE R., 1996a, La catastrophe et son impact à moyen terme : l'exemple de Popayán (Colombie), dix ans après le séisme du 31 mars 1983, in Cahier des Sciences Humaines, Tome 32, No 2, pp. 445-470.

D'ERCOLE R., 1996b, Les risques naturels et leur gestion en Equateur, Préface du Bull. IFEA., 1996, Tome 25, No 3, pp. 319-322.

D'ERCOLE R., 1996c, Représentations cartographiques des facteurs de vulnérabilité des populations exposées à une menace volcanique - Application à la région de volcan Cotopaxi (Equateur), Bull. IFEA., 1996, Tome 25, No 3, pp. 479-507.

D'ERCOLE R., 1997, Diagnostic préalable aux plans d'action DIPECHO en Amérique Centrale et dans les Caraïbes, DIPECHO, Programme ECHO de prévention, d'atténuation et de préparation aux catastrophes, CIFEG, avril 1997, 154p.

D'ERCOLE R., 1998, Approches de la vulnérabilité et perspectives pour une meilleure logique de réduction des risques - Pangea, n°29-30, p.20-28.

D'ERCOLE R., PIGEON P., 1998, Natural Disasters in South East Asia and Bangladesh, Vulnerability Risks and Consequences, DIPECHO, ECHO Programme for Disaster Prevention, Mitigation and Preparedness, CRED, CIFEG, Mars 1998, 83p.

D'ERCOLE R., PIGEON P., BAUSSART O., CAMBOT V., GNEMMI L., WATTEZ J., 2000, Analyse du système urbain d'Annecy et définition de ses enjeux, Département de Géographie - Université de Savoie, 52p. + figures.

D'ERCOLE R., METZGER P., 2000, La vulnérabilité de Quito face à l'activité du Guagua *Pichincha*. Les premières leçons d'une crise durable, in Cahiers Savoisiens de Géographie, CISM, Vol III, pp.39-52.

D'ERCOLE R., METZGER P., (coord.), ESTACIO J., 2001, Almacenamiento, transporte y peligrosidad de combustibles, productos químicos y radioactivos en el Distrito Metropolitano de Quito, – Rapport, Programme de Recherche “Système d’information et risques dans le DMQ”, IRD-MDMQ, Quito, 62p.

D'ERCOLE R., METZGER P., 2002, Diferenciaciones espaciales y sociales, representaciones y manejo del riesgo volcánico en Quito, in Gestión de riesgos y prevención de desastres, Memoria del Seminario, Quito, 24-25 de enero de 2001, FLACSO - COOPI - ECHO, pp 40-52.

D'ERCOLE R., METZGER P., (coord.), MENA A., SERRANO T., 2002, Salud y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito. Análisis espacial y vulnerabilidades de los establecimiento de salud – Rapport, Programme de Recherche “Système d’information et risques dans le DMQ”, IRD-MDMQ, Quito, 2 volumes, 60 et 104p.

D'ERCOLE R., METZGER P., (coord.), LOPEZ C., TUPIZA A., 2002, Economía urbana y riesgos. Contribución al conocimiento de la geografía económica del DMQ para la mitigación de los riesgos, Rapport, Programme de Recherche “Système d’information et risques dans le DMQ”, IRD-MDMQ, Quito, 92p.

D'ERCOLE R., METZGER P., 2002, Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito, IRD/DMTV-MDMQ, collection " Quito Metropolitano ", 216p.

D'ERCOLE R., DEMORAES F., 2003, Risques et réponses institutionnelles en Equateur - Cartes et méthodes. Contribution aux Mélanges jubilatoires " René Lhénaff ", Cahiers de Géographie, N° 1 " Dynamique et vulnérabilités des milieux montagnards méditerranéens et alpins " - Collection EDYTEM - CISM - Université de Savoie, pp. 157-168.

D'ERCOLE R., TRUJILLO M., 2003, Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador. Los desastres, un reto para el desarrollo - COOPI, OXFAM GB, IRD - Quito, Ecuador, 225p.

D'ERCOLE R., METZGER P. (en préparation) - Vulnerabilidades del Distrito Metropolitano de Quito - Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador. Ouvrage dont la publication est prévue pour octobre 2004.

DIAZ OLVERA L., PLAT D., POCHET P., 1998, La voiture au quotidien : réalités contrastées, rêve partagé, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 589-594.

DIMITRIOU H. T., 1994, Responding to the transport needs of the urban poor, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 323-338.

DOMENACH O., QUERCY M., 1986, Les transports collectifs : service social ou service public? in Les annales de la recherche urbaine, N°31, pp. 32-51.

DOURTHE A., WITYK M., MALBRAN H., FIGUEROA O., 1998, Déréglementation et re-réglementation du transport public urbain : les cas de Santiago du Chili, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 815-819.

DUBOIS-MAURY J., CHALINE C., 2002, Les risques urbains, Coll. U, Armand Colin, 208p.

DUPONT Y. (sous la direction de), 2003, Dictionnaire des risques, Armand Colin, 421 p.

DUPUY G., 1991, L'urbanisme des réseaux - Théories et méthodes, Armand Colin, 198p.

DUREAU F., DUPONT V., LELIÈVRE E, LÉVY J-P., LULLE Th., 2000, Métropoles en mouvement, une comparaison internationale, Collection Villes dirigée par Denise PUMAIN, Ed. Economica, IRD, 658p.

DUREAU F., FLOREZ C. E., HOYOS M. C., VILLA M., 1992, La recolección de datos sobre movilidad espacial de las poblaciones urbanas, in Las nuevas formas de movilidad de las poblaciones urbanas en América Latina, Memorias del Taller CEDE-ORSTOM, Bogotá, 7-11 de Diciembre de 1992, pp. 141-151.

DUREAU F., FLOREZ C. E., HOYOS M. C., VILLA M., 1994, Las formas de movilidad de la Población de Bogotá y su impacto sobre la dinámica del área metropolitano: metodología de un sistema de encuestas, in Desarrollo y Sociedad, N° 34, pp. 73-94.

DUREAU F., LULLE Th., HOYOS M. C., MONTEZUMA R., 1998, Mobilités spatiales et transformations territoriales à Bogotá, Actes de l'atelier "Métropoles en mouvement" - Paris 2-4 décembre 1998, 35p. (téléchargeable à partir du site : http://www.bondy.orstom.fr/cvd/ MUR/atelier/index.html).

ECHEVERRY M. T., 1998, La planification urbaine et ses effets sur les phénomènes de congestion, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 305-310.

ECH-UPGT, 1998, Estudios de gestión integral de tránsito y transporte del centro histórico de Quito, Informe 2, Diagnóstico de la situación actual, Louis Berger International, 100p.

EGO F., SEBRIER M., CAREY-GAILHARDIS E., INSERGUEIX D., 1996, Estimation de l'aléa sismique dans les Andes nord-équatoriennes, Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, sous la direction de Robert D'Ercole, Lima, Tome 25, N°3, pp. 325-357.

EPN - GeoHazards International - MDMQ - ORSTOM - OYO Corp., 1995, Proyecto para el manejo del riesgo sísmico de Quito, Síntesis, coll. Quito Metropolitano, Vol. 4, 33p. + une carte.

ESCOURROU G., 1996, Transports, contraintes climatiques et pollutions, Sedes, Coll. Mobilité Spatiale, G. Wackermann, 172p.

ESKILSSON L., 1998, The influence of development control on urban transport and built environment, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 213-217.

ESTACIO J., D'ERCOLE R., 2003, Memorias sobre la erupcion del volcan Reventador, Consecuencias y experiencias vividas la semana de emergencia del 3 al 11 de noviembre en el DMQ, IRD / Unidad De Prevencion de Desastres - Dirección Metropolitana De Seguridad Ciudadana, 51p.

FARQHARSON F., 1995, Vulnerability of communities to floods, Institute of Hydrology, Wallingford, UK, 2 p.

FERNANDEZ M.A (sous la direction de), 1996, Ciudades en Riesgo, degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres en América Latina, Le Red - USAID, 190p.

FIGUEROA O., 1996, A hundred million journeys a day: The management of transport in Latin America's mega-cities, in "The mega-city in Latin America" edited by Alan Gilbert, United Nations, University Press, Tokyo, New-York, Paris, pp.110-132.

FIGUEROA O., 1997, La voiture dans les systèmes urbains en Amérique Latine, in " Mobilité et politiques de transport dans les villes en développement ", Journées spécialisées INRETS, 30-31 janvier 1997, Actes n°55, juin 1997, pp. 227-241.

FIGUEROA O., PIZARRO A., 1998, Santa Cruz de la Sierra urban public transport system, urban structure and network restructuring, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 347-352.

FREEMAN P., JAMET Ch., 1998, La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, Edition A. A. Balkema / Rotterdam / Brookfield, 1070p.

GALLEGOS F. R., 2000, Equateur : la crise de l'Etat et du modèle néo-libéral de développement, in Problèmes d'Amérique Latine N°36, janvier-février 2000, pp. 77-88.

GARCIA ACOSTA V., 1997, Enfoques teóricos para el estudio histórico de los desastres naturales, in Los desastres no son naturales, La RED, http://osso.univalle.edu.co/tmp/lared/public, article 7 p.

GARCÍA de VÉLIZ G., VILLAVICENCIO LOOR G., 1993, La transportación urbana en Guayaquil (1985-1990), Realidad y perspectivas, Colección Guayaquil Futuro, IIEP / ILDIS, 94p.

GARCIA J., 1985, Los desastres afectan más a los pobres, in Comisión de Desarollo Urbano y Regional de CLACSO, Desastres naturales y sociedad en América Latina, Ed. Grupo de Editores Latinoamericano, Coll. Estudios Políticos y Sociales, Vol. 4, pp. 217-234.

GASPARRI E., TASSARA C., VELASCO M, 1999, El fenómeno El Niño en el Ecuador, 1997-1999, Del desastre a la prevención, CISP, SEDEH, SIISE, ECHO, Abya Yala, 204p.

GASTAMBIDE A., 2000, Équateur : de la crise bancaire de 1998 à la crise politique de 2000, in Problèmes d'Amérique Latine N°36, janvier-février 2000, pp. 64-76.

GEORGE P., VERGER F., 1996, Dictionnaire de la Géographie, PUF, Paris, 502p.

GILBERT A., 1996, The mega-city in Latin America, United Nations, University Press, Tokyo, New-York, Paris, 282p.

GLEYZE J.-F., 2001, Les dommages induits par les coupures du réseau routier, Colloque " Risque d'accidents et risques environnementaux dans les transports routiers ", Octobre 2001, 15p.

GODARD H., 1991, Les organisations populaires à Quito et à Guayaquil : forces et faiblesses de ces "nouveaux" acteurs urbains, in Bull. IFEA, Tome 20, N°1, pp. 141-162.

GODARD H., de MAXIMY R., VEGA J., 1992, Transports et voirie, Chapitre III : Systèmes, hiérarchie, fonctionnements et dysfonctionnements, paragraphe 2 : Réseaux et infrastructures, planche 24, in Atlas infographique de Quito, 4p.

GODARD X., 1994, Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, 367p.

GODARD X., 1997, La mobilité dans les villes en développement, repères comparatifs, in " Mobilité et politiques de transport dans les villes en développement ", Journées spécialisées INRETS, 30-31 janvier 1997, Actes n°55, juin 1997, pp. 135-143.

GODARD X., 1998, Mobilité urbaine et pauvreté : l'expérience ouest-africaine, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 683-687.

GOMEZ N., 1997, Pasado y presente de la ciudad de Quito, Ediguias, Quito, 176p.

GOMEZ N., 2000, Guía Informativa de Quito, Mapas y planos, Ed. Ediguias, 8 planos.

GUGLIELMO R., 1996, Les grandes métropoles du monde et leur crise, Armand Colin, Paris, 270p.

GUMUCHIAN H., MAROIS C., 2000, Initiation à la recherche en géographie - Aménagement, développement territorial, environnement, Coll. Géographie, Les Presses de l'Université de Montréal, Anthropos, Edition Economica, 425p.

HALL L. M. (coordonnateur), 2000, Los terremotos del Ecuador del 5 de Marzo del 1987, Deslizamientos y sus efectos socioeconómicos, in estudios de Geografía, Vol. 9, 146p.

HARDY S., 2003, Processus de fragmentation urbaine et risques dits " naturels " dans la ville de Managua (Nicaragua), Thèse de doctorat de Géographie soutenue à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris, 416p.

HENRIQUEZ L., 1998, Les effets négatifs de la dégradation accélérée d'un milieu urbain : le cas de Port-au-Prince, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 199-209.

HENRY E., 1986, La mixité public/privé dans l'organisation des transports collectifs à Managua, in Les annales de la recherche urbaine, N°31, pp. 53-61.

HENRY E., 1993, Autotransporte urbano colectivo en desarrollo: el abanico de las empresas, in EURE, Revista latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales, Instituto de Estudios Urbanos - Pontificia Universidad de Santiago de Chile, Vol. XIX, pp. 71-78.

HENRY E., 1994, Le défi des transports urbains : contrastes latino-américains et brésiliens, in Problèmes d'Amérique Latine, octobre 1994, pp. 1-18.

HENRY E., 1998, Entreprises émergentes face aux tutelles des transports en commun, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 885-895.

HENRY E., FIGUEROA O., 1985, Transports urbains et services en Amérique Latine, Actes de l'Atelier de Recherche, Quito, 8-12 juillet 1985, Tome 1 : Transports et citadins, INRETS-CIUDAD, 367p.

HENRY E., FIGUEROA O., 1987, Transports urbains et services en Amérique Latine, Actes de l'Atelier de Recherche, Quito, 8-12 juillet 1985, Tome 2, Le service public, INRETS-CIUDAD, 352p.

HENRY E., PACHECO R., 1994, Relation de pouvoirs entre entreprises d'autobus et tutelle, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 47-58.

HIDALGO GUERRERO D., 2000, Cambio estructural en el transporte de Bogotá: prioridad al transporte público, a los modos no motorizados y a la restricción del vehículo particular, Proyecto Metro de Bogotá, Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá - Colombia, 10p.

HUERTAS VALLEJOS L., Anomalías cíclicas de la naturaleza y su impacto en la sociedad : El Fenómeno El Niño, in Bull. IFEA., Tome 22, No 1, pp. 345-393.

HUGONNARD J-C., 1994, Le métro léger : illusion ou solution pour les pays en développement ? in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 89-95.

IFEA-ORSTOM-CIFEG, 1996, Les risques naturels et leur gestion en Equateur - Diversité des exemples, complémentarité des approches, Bull. IFEA., 1996, Tome 25, No 3, Lima-Pérou, pp. 319-618.

IMQ, 1991, Proyecto de racionalización de circulación vehícular y peatonal para el Centro Histórico, Quito, 14p.

IMQ, UET, 1991, Estudio de factibilidad técnica, económica y financiera para el proyecto Trolebús, Quito, 75p.

IMQ-DGP, 1990, Centro histórico de Quito, Problemática y Perspectivas, Serie Quito, 240p.

INFOPLAN, 1999, Atlas para el desarrollo local del Ecuador, CD-Rom,, ODEPLAN, COSUDE, MOSTA-CONAM.

INRETS, 1997, Cent références bibliographiques INRETS sur les transports urbains dans les villes en développement (1981-1997), in " Mobilité et politiques de transport dans les villes en développement ", Journées spécialisées INRETS, 30-31 janvier 1997, Actes n°55, juin 1997, pp. 259-281.

INRETS, 1997, Mobilité et politiques de transport dans les villes en développement, Journées spécialisées INRETS, 30-31 janvier 1997, Actes n°55, juin 1997, 281p.

INRETS, 1999, Rapport annuel 1999, 56p.

INSEE, 1993, Enquête Transports 1993-1994, Dossiers de présentation, questionnaires.

INSEE, 1993, Enquête Transports 1993-1994, Instructions aux enquêteurs, présentation de l'enquête, Consignes générales, Glossaire, Questionnaires commentés, 155p.

IRT-FLACSO, 1980-82, Transports collectifs, mobilité et quartiers marginaux à Quito, Dossier d'approche préliminaire en 5 Tomes.

ISTED, 1999, Eléments de stratégie du développement des transports urbains dans les pays en développement - Bilan et proposition, Groupe Transport Urbain, 50p.

ISTED, 1999, Transports urbains et villes durables, Bull. de la coopération française pour le développement urbain, l'habitat et l'aménagement spatial, Villes en Développement, N°44 - juin 1999, 8p.

JPTP, 1993, Estadísticas de las organizaciones de transporte de pasajeros y de carga urbano e intraprovincial en la Provincia de *Pichincha*, Jefatura Provincial de Tránsito de *Pichincha*, Quito, 22p.

KOLBERG, MARTÍNEZ, WHYMPER, WOLF, ITURRALDE et al., 2000, Historia de los terremotos y las erupciones volcánicas en el Ecuador, Siglos XVI - XX, Crónicas y relaciones, Talleres de Estudios Andinos, Fundación Felipe Guamán Poma, Quito, 202p.

LABORDE P., 1994, Les espaces urbains dans le monde, 2ème Edition, Nathan, Série " Géographie ", 240p.

LAHOUSSE Ph., PIEDANNA V., 1998, L'outil statistique en géographie, Tome I, Les distributions à une dimension, Série " Synthèse Géographie ", Armand Colin, Paris, 96p.

LAHOUSSE Ph., PIEDANNA V., 1999, L'outil statistique en géographie, Tome II : L'analyse bivariée, Série " Synthèse Géographie ", Armand Colin, Paris, 96p.

LAMBERT B., 1998, From Curitiba to Quito : Reserved traffic lane for public transport as an ecological and social policy for cities, in World Transport Policy and Practice, p 40-46.

LARBI H., Les coûts de la mobilité urbaine dans le Grand Tunis, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 243-256.

LAVELL THOMAS A., 1997, Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina : un encuentro inconcluso, in Los desastres no son naturales, La RED, http://osso.univalle.edu.co/tmp/lared/public, article 8 p.

LELEU M., 1988a, Une approche de la notion de catastrophe majeure, in Géonews, in PANGEA, No 10-11, Centre International pour la Formation et les Echanges Géologiques, pp 7-15.

LELEU M., 1988b, Les catastrophes majeures : les intervenants, in Géonews, in PANGEA, No 10-11, Centre International pour la Formation et les Echanges Géologiques, pp 15-28.

LEONE F., ASTE J.-P., VELASQUEZ E., 1995, Contribution des constats d'endommagement au développement d'une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité appliquée aux phénomènes de mouvements de terrain, in Bull. Association des Géographes Français, 1995, No 4, pp 350-371.

LIDA Y., 1999, Basic concepts and future directions of road network reliability analysis, in: Journal of Advanced Transportation, vol. 33, No2, 125-134.

LUTOFF C., 2000, Le système urbain niçois face à un séisme - Analyse des enjeux et des dysfonctionnements potentiels, thèse de doctorat en géographie, Université de Savoie, 361p.

MADHAVAN S., Motor car industry and future of the private car in developing cities, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 175- 186.

MANDON-ADOLEHOUME B., 1994, Secteur privé et service public : résultats et perspectives. Les expériences africaines et brésiliennes du transport collectif urbain, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 127-147.

MANHEIM M., 1979, Fundamentals of transportation systems analysis, The MIT Press, Cambridge, 658p.

MARNEZY A., PLA C., 2000, L'autoroute de Maurienne et la prise en compte des risques naturels, in Cahiers Savoisiens de Géographie, CISM, Vol III, pp. 105-115.

MASKREY A., 1997, Vulnerabilidad y mitigation de desastres, in Los desastres no son naturales, La RED, http://osso.univalle.edu.co/tmp/lared/public, article 12 p.

MASKREY A., ROMERO G., 1993, ¿Cómo entender los desastres naturales? in Los desastres no son naturales, La RED, http://osso.univalle.edu.co/tmp/lared/public, article 5 p.

MASSON S., 2000, Les interactions entre système de transport et système de localisation en milieu urbain et leur modélisation, thèse pour le doctorat de sciences économiques, mention économie des transports, dirigée par Alain BONNAFOUS, Université Lumière Lyon 2, Faculté de Sciences Economiques et de Gestion, 570p.

MASURE Ph., 1988, Deux exemples de planification préventive dans les pays andins : la ville de La Paz (Bolivie) et la province de *Pichincha* (Equateur) in Géonews, PANGEA, No 10-11, Centre International pour la Formation et les Echanges Géologiques, pp 60-63.

MASURE Ph., 1989, La vulnérabilité des sociétés modernes face aux catastrophes naturelles, supplément de la Recherche, No 212, juillet-août, 1989, pp 8-13.

MASURE Ph., LUTOFF C., 1996, Approche intégrée des risques dus aux aléas naturels et leurs impacts potentiels sur les établissements humains, industriels, infrastructures sensibles, Module 2 : les principes de la planification urbaine préventive et durable, Méthodologie pour l'étude GEMITIS Nice, BRGM, Ministère de l'Environnement, 149 p., 22 fig., 8 ann.

MASURE Ph., SABROUX J.-C., 1988a, Les risques naturels majeurs au Mexique, en Amérique Andine et Centrale, in Distinguished Lecture, PANGEA, No 10-11, Centre International pour la Formation et les Echanges Géologiques, pp. 29-40.

MASURE Ph., SABROUX J.-C., 1988b, Prévention des risques naturels majeurs : Projet de programme de coopération régionale en Amérique Andine, in Géonews, PANGEA, No 10-11, Centre International pour la Formation et les Echanges Géologiques, pp 41-59.

MATHIEU Y., PEETERS H., BETTE V., 1998, La valeur du transport public : Production de masse et qualité, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 135-139.

MATOUK A., ABEILLE M., 1994, La crise des transports urbains à Alger. La part du cadre institutionnel et réglementaire, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 113-126.

MDMQ- Fondo de Salvamento, 1994, Mejoramiento del espacio público: Mobiliario Urbano, in Rehabilitación del Centro Histórico de Quito, pp. 1-39.

MDMQ- Fondo de Salvamento, 1994, Mejoramiento del espacio público: Señalización, in Rehabilitación del Centro Histórico de Quito, pp. 1-64.

MDMQ, 1998, Plan de Contingencia / Erupción Guagua *Pichincha*, 84p.

MDMQ/CGTM, 1999, Bases para la licitación de la concesión del sistema de estacionamiento tarifado con tarjetas en el sector Centro-Norte de la Ciudad de Quito, Quito, 101p. + annexes.

MDMQ/DGP , 1996, Accesibilidad y estacionamientos en las áreas centrales de Quito.

MDMQ/DGP, 1998, Estudio del plan de mejoramiento del transporte en la Ciudad de Quito, Informe preliminar realizado por el Arq. Hidalgo Núñez como solicitud a la Cooperación Japonesa, Marzo de 1998, Minsiterio de Construcción - Instituto de Desarrollo de la Infraestructura de Japón, 47p.

MDMQ/DMTV, 2000, Plan General de Desarrollo Territorial - Distrito Metropolitano de Quito 2000 - 2020, Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda, Quito, CD interactivo y folleto.

MDMQ/EMAAP-Q/PNUD, 1999, Sistema barrial de defensa civil, EMAAP-Q, Unidad Ejecutadora del Proyecto Laderas del *Pichincha*, Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Arq. Patricio Villalba, Quito, Noviembre 1999, 200p. Environ.

MDMQ/EMOP-Q, 1999, Proyecto de implementación de peajes en los accesos norte y sur de la ciudad de Quito, Informe, Modelo para cálculo de tarifa de peaje, abril 1999, Consultoría IDEGUIAR Cía Ltda - Dirección de Estudios EMOP, 36p. + annexes.

MDMQ/EMOP-Q, 2000, Estudio de tráfico del peaje de acceso Sur de Quito - Período del 24 al 30 de Abril del 2000, Consultor Jorge Tapia Carrión, 19p.

MDMQ/EMOP-Q, 2001, Informe anual : "Construimos Quito día a día", 35p.

MDMQ/UOST, 2001, Estudio de la demanda del Sistema Integrado - Encuesta Ascenso-Descenso en el Trolebús, Subdirección de Operaciones - Planificación y Programación Operacional, février-mars 2001, 7p.

MDMQ/UPGT, 1996, Plan de racionalización del Transporte de la Ciudad de Quito, Quito, 80p.

MDMQ/UPGT, 2001, Estudios de factibilidad de la Troncal Seis de Diciembre "Ecovía", María del Carmen Quevedo Tobar, 128p. + anexos.

MDMQ-DGP, 1998, Plan de emergencias del Distrito Metropolitano de Quito para enfrentar la posible erupción del volcan Guagua *Pichincha*, Comentarios de José Zea, 5p.

MDMQ-DGP, 1999, Plan de Ordenamiento territorial de Quito, 16p.

MDMQ-DMT, 2002, Plan Maestro de Transporte para el Distrito Metropolitano de Quito (Propuesta), Quito, CD interactivo y folleto.

MDMQ-SG, 2001, La Gaceta Municipal - Administración 2000-2004 - Medio de Difusión del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría General del Concejo Metropolitano de Quito, Año.1 - N°.1, 213p.

MERENNE E., 1995, Géographie des Transports, Nathan Université, Coll. Géographie d'Aujourd'hui, 192p.

METL, 1998, Les transports urbains et la ville - L'offre en France, Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement, Direction des Transports Terrestres / Direction des Affaires Economiques et Internationales, 28p.

METZGER P., 1996, La movilidad, in METZGER P., BERMÚDEZ N., El medio ambiente urbano en Quito, Municipio del Distrito Urbano de Quito, Dirección General de Planificación / Institut Français de Recherche Scientifiques pour le Développement en Coopération, Colección Quito Metropolitano : DGP-ORSTOM, pp. 141-165.

METZGER P., BERMUDEZ N., 1996, El medio ambiente urbano en Quito, Municipio del Distrito Urbano de Quito, Dirección General de Planificación / Institut Français de Recherche Scientifiques pour le Développement en Coopération, Colección Quito Metropolitano : DGP-ORSTOM, 186p.

METZGER P., CHATELAIN J.C., GUILLER B., 1996, Les dimensions politiques d'un projet scientifique : le scénario sismique de Quito, Bull. IFEA., 1996, Tome 25, No 3, pp. 589-601.

METZGER P., PELTRE P., 1996, Gestion de l'environnement urbain et risques " naturels ". La problématique des quebradas à Quito (Equateur), Bull. IFEA., 1996, Tome 25, No 3, pp. 531-552.

METZGER P., D'ERCOLE R., SIERRA A., 1999, Enjeux et incertitudes dans la gestion du risque volcanique. Le cas de l'alerte jaune à Quito en octobre 1998, in Les Annales de la Recherche Urbaine n°83-84, pp. 177-184.

MILADI S., 1998, Intégration des transports collectifs urbains dans le grand Tunis, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 183-189.

MILTON S., 1971, Les villes du Tiers-Monde, Editions M-TH Génin - Librairies Techniques, 428p.

Ministry of Transport, Communications, Housing and Construction, Metropolitan Municipality of Lima, Provincial Municipality of Callao, 1997, Lima Urban Transport Project, 25p.

MONTEZUMA R., 1999, Transformación urbana y Movilidad. Contribución al debate en América Latina, Cuaderno de trabajo n°58, PNUD / Habitat / PGU-ALC, 126p.

MORICONI-EBRARD F., 1993, L'Urbanisation du Monde depuis 1950, Collection Villes, Edition Anthropos, Paris, 372p.

MORINIAUX V. (sous la coordination de), 2003, Les Risques, Question de Géographie, Edition du Temps, 256p.

MUSSET A., 2002, Villes nomades du Nouveau Monde, Editions EHESS, Paris, 397p.

NOVEMBER V., 1994, Risques naturels et croissance urbaine : réflexion théorique sur la nature et le rôle du risque dans l'espace urbain, in RGA, 1994, No 4, pp. 113-124.

NUÑEZ H., 1997, El transporte en el Distrito Metropolitano - Problemática, Primer borrador - Documento de Discusión Interna, Septiembre 1997, MDMQ/DGP, 20p.

OEA-UDSMA, 2001, Estudio general sobre los tramos vulnerables a los peligros naturales de la carretera Panamericana y sus corredores complementarios en Centroamérica, Organización de los Estados Americanos, Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Realizado con el apoyo del Departamento de Transporte de los Estados Unidos de América, Washington, D.C., 85p.

OFDA, 1996, Disaster history, Significant Data on Major Disasters Worldwide 1900-1995, Office of U.S. Foreign Disaster Assistance, U.S. Agency for International Development, Washington, D.C. 20523, June 1996, 265p.

OLAYA YAGUAL N., VILLAVICENCIO LOOR G., 1995, El transporte urbano y la contaminación ambiental en Guayaquil, Colección Guayaquil Futuro, CERG / ILDIS, 114p.

PELLETIER J., DELFANTE Ch., 1994, Villes et urbanisme dans le monde, 2ème Edition, Masson, Paris, 200p.

PELTRE P., 1989, Quebradas y riesgos naturales en Quito, período 1900-1988, in Riesgos Naturales en Quito, Lahares, aluviones y derrumbes del *Pichincha* y del Cotopaxi, Estudios de Geografía, Vol II, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Corporación Editorial Nacional, pp. 45-91.

PELTRE P., D'ERCOLE R., 1992, La ville et le volcan, Quito entre *Pichincha* et Cotopaxi, in Cahiers des Sciences Humaines, Vol. 28, n°3 : Recompositions sociales en Amérique Latine, Ed. ORSTOM - Paris, pp. 439-459.

PELTRE P., 1994, Tentative de modélisation des lahars induits par une éruption cendreuse du volcan *Pichincha*, in RGA, No 4, pp. 59-70.

PERRIN J.-L., SIERRA A., FOURCADE B., et al, 1997, Quito face à un risque d'origine naturelle - La lave torrentielle du 31 mars 1997 dans le quartier de la Comuna, Programme SISHILAD/EMAAP-Q/INAMHI/ORSTOM, 34p.

PETIN, A., 1999, Représentation spatiale des enjeux territoriaux - Analyse du système territorial du développement et de sa perméabilité aux enjeux du risque d'inondation - Application au pays Voironnais (38), CEMAGREF DTM - Groupement de Grenoble, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, mémoire de fin d'études, sous la direction de Ph. Masson, 85p + annexes.

PIGEON P., 1994, La gestion des risques naturels, Chap. 5, in 3ème partie : La gestion des risques et ses effets environnementaux, pp. 118-141., in Ville et environnement, Nathan Université, Coll. Géographie d'aujourd'hui, 192p.

PIGEON P., 1994, Ville et environnement, Nathan Université, Coll. Géographie d'aujourd'hui, 192p.

PIGEON P., 1996, La gestion des risques urbains, in "Risques naturels, risques de Sociétés", sous la direction de A. Bailly, 1996, Economica, pp 51-62.

PIGEON P., D'ERCOLE R., 1999, L'évaluation du risque à l'échelle internationale. Méthodologie et application aux diagnostics préalables aux actions de préparation et de prévention des catastrophes, Cahiers Savoisiens de Géographie, CISM, Vol III pp. 29-36.

PIGEON P., 2002a, Réflexions sur la géographie des risques dits naturels, diplôme d'habilitation à diriger des recherches, texte principal, Université de Nice-Sophia-Antipolis, Nice, 204p.

PIGEON P., 2002b, Réflexions sur les méthodes en géographie des risques dits naturels, in Annales de Géographie, n° 627-628, Approches géographiques des risques " naturels ", Armand Colin, pp. 452-470.

PIGEON P., 2004, Gestion des risques liés au franchissement alpin et peuplements helvétiques - L'exemple du Gothard, in Cahiers de Géographie N°2 " Traverser les montagnes " sous la direction de X. Bernier - Actes du colloque organisé para Montanea - 3 et 4 octobre 2002 - Chambéry - Collection EDYTEM, pp 151-160.

PINI G., 1995, La géographie des transports, in Les concepts de la géographie humaine, Masson, pp. 139-144.

PIRON V., NASSI C. D., ZIV J. C., 1998, Les effets du péage urbain sur le " droit au transport " dans les pays en développement, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 971-977.

PLASSARD F., 1994, Les réseaux de transport et de communication, Chap. 28, pp. 533-539, in Encyclopédie de Géographie, A. Bailly, R. Ferras, D. Pumain, Coll. Economica, 1132p.

PORTAIS M., 1987, Flujos y areas de influencia urbana, Capitulo 4, in El espacio urbano en el Ecuador, Red urbana, Región y Crecimiento, Geografía Básica del Ecuador, Tomo III Geografía Urbana, pp. 76-105.

POURRUT P., LEIVA I., 1989, Las lluvias de Quito : características generales, beneficios y problemática, in Riesgos Naturales en Quito, Lahares, aluviones y derrumbes del *Pichincha* y del Cotopaxi, Estudios de Geografía, Vol II, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Corporación Editorial Nacional, pp.33-44.

PROVITOLO D., 2002, Risque urbain, catastrophes et villes méditerranéennes, Thèse de doctorat en géographie, Université de Nice Sophia-Antipolis, 340p. + annexes.

PSE, 2000, Dollarisation : instabilité accrue ou récupération économique ? Bulletin d'information n°4 de la section Equateur du Parti Socialiste, juin 2000, 2p.

PUMAIN D. et SAINT-JULIEN Th., 1997, L'analyse spatiale, Coll. Cursus Géographie, Armand Colin, Paris, 167p.

PUMAIN D. et SAINT-JULIEN Th., 2001, Les interactions spatiales - Flux et changements dans l'espace géographique, Coll. Cursus Géographie, Armand Colin, Paris, 192p.

RAMIREZ ROMERO E., 2000, Plan de Ordenamiento Territorial / Vías y Transporte, Consejo Territorial de Planeación de Bogotá, 14p.

RATTON NETO H. X., 1998, The new challenges for Rio de Janeiro urban public transport, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 809-814.

REGISTRO OFICIAL, 2000, Ley de Régimen Municipal, Legislación conexa, Corporación de Estudios y Publicaciones, 22 Chap.

REGISTRO OFICIAL, 2000, Ley de Tránsito y Transporte Terrestres, Reglamento e información básica, Corporación de Estudios y Publicaciones, 14 chapitres.

RIBERA A, 2001, Desarrollo de un mecanismo de centralización del sistema de recaudación de pasajes urbanos y un modelo más seguro de operatividad de las cooperativas de transportación urbana en la provincia del Guayas, República del Ecuador, CONAM, Guayaquil, Agosto de 2001, 88p.

RIOFRIO G., 1996, Lima: Mega-city and mega-problem, in "The mega-city in Latin America" edited by Alan Gilbert, United Nations, University Press, Tokyo, New-York, Paris, pp 155-172.

RODRÍGUEZ J., 1987, Crisis del transporte urbano en Quito, Guayaquil y Cuenca, Capitulo 11, in El espacio urbano en el Ecuador, Red urbana, Región y Crecimiento, Geografía Básica del Ecuador, Tomo III Geografía Urbana, pp. 233-240.

ROSSEL F., (1997), Influence du Niño sur les régimes pluviométriques de l'Equateur, Thèse de Doctorat présentée à l'Université de Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc, 287 p. + annexes.

ROWLAND A., GORDON P., 1996, Mexico City: No longer a leviathan? in "The mega-city in Latin America" edited by Alan Gilbert, United Nations, University Press, Tokyo, New-York, Paris, pp 173-201.

SÁENZ SAAVEDRA N., 2000, La geografía de los accidentes - El caso de Bogotá, article 1p.

SALVADOR LARA J., 1992, Quito, Colección Ciudades de Ibero América, Editorial MAPFRE, 404p.

SANDER E. G., 1998, Metropolitan transportation planning and large central cities: The American experience, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 81-85.

SANTAMARÍA G., 1985, Transporte y desarrollo en Quito, in Transports urbains et services en Amérique Latine, Actes de l'Atelier de Recherche, Quito, 8-12 juillet 1985, Tome 1 : Transports et citadins, INRETS-CIUDAD, pp. 357-366.

SCHNEIER G., 1992, Villes et transports en Amérique Latine, CREDAL/CNRS, Revue de la RATP, n° 75, 86p.

SERRANO T., 2000, Estudios sobre los mercados alimenticios y las telecomunicaciones en el Distrito Metropolitano de Quito, Rapport de travail interne, Programme de Recherche “Système d’information et risques dans le DMQ”, IRD-MDMQ.

SIERRA A., 2000, Gestion et enjeux des espaces urbains à risque d'origine naturelle - Les versants et les quebradas de Quito, Equateur, Université Paris VIII, Centre de Recherche en Analyses Géopolitiques, Thèse de doctorat présentée le 21 sept. 2000, 326p.

SMITH K., 1996, Environmental Hazards, Second Edition, Assessing risk and reducing disaster, Routledge, London, 389p.

SNCF, 2000, Enquête aux usagers " Aidez-nous à améliorer la qualité de nos services, sept-octobre 2000 ", 4p.

SOURIS, M., 1995-2003, Manuels et guides d'utilisation des modules Savane, Savateca, Savedit, Savamer (SIG-IRD), http://rslultra.star.ait.ac.th/~souris/savane/manuels.htm.

SOURIS, M., 2002 - La construction d'un système d'information géographique, principes et algorithmes du système SAVANE, Thèse de Doctorat, Université de La Rochelle, 505 p. Une version en format pdf est disponible à la page suivante : www.bondy.ird.fr/cvd/pages_2003/these_marc.

TAMRU, B., 2002, L'émergence du risque d'inondation a Addis-Abeba : pertinence d'une étude des dynamiques urbaines comme révélatrices d'un processus de vulnérabilisation, in Annales de Géographie, n° 627-628, Approches géographiques des risques " naturels ", pp.614-636.

TANIGUCHI C., 1994, Transport integration strategy in urban planning. The experience of Curitiba, in Les transports dans les villes du Sud, La recherche de solutions durables, Editions Karthala, CODATU / INRETS, pp. 353-358.

TAYLOR M.A.P., D'ESTE G.M., 2003, Concepts of network vulnerability and applications to the identification of critical elements of transport infrastructure, 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, Nouvelle-Zélande, Octobre 2003, 15p.

THOMSON I., 1992, Un análisis de la institucionalidad del transporte urbano latinoamericano: reformas para mejorarla, in EURE, Revista latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales, Instituto de Estudios Urbanos - Pontificia Universidad de Santiago de Chile, Vol. XIX, Marzo del 1993, pp. 55-71.

THOMSON I., 1993, ¿Cómo mejorar el transporte urbano de los pobres? In Revista de la CEPAL, n°49, Santiago de Chile, Abril del 1993, pp 137-154.

THOURET J.-C., 1996, Les phénomènes naturels dommageables : approche globale, bilan et méthode de prévention, in "Risques naturels, risques de Sociétés", sous la direction de A. Bailly, 1996, Economica, pp 19-33.

THOURET J.-C., 2002, Aléas et risques volcaniques : mieux comprendre pour prévoir et mieux gérer pour durer, in Annales de Géographie, n° 627-628, Approches géographiques des risques " naturels ", Armand Colin, pp. 503-523.

THOURET J.-C., D'ERCOLE R., 1994, Les phénomènes naturels créateurs de dommages (= menaces) : diagnostic, inventaire, typologie, in RGA, 1994, No 4, pp. 17-26.

TORRES A., 1998, Politiques pour faire face aux transports informels - le cas de Rio de Janeiro, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 1039-1042.

TORTOSA J. M., 2000, De l'agitation sociale au coup d'état avorté, L'Equateur en éruption, Le Monde Diplomatique - mars 2000, p 19.

TREMOLIERES, A., 2002, Enjeux et vulnérabilité des centres de Quito (Equateur) - caractéristiques et impacts à l'échelle du District Métropolitain de Quito, Mémoire de maîtrise de géographie sous la direction de P. Pigeon, Septembre 2002, Université de Savoie, 176p.

UETM-Q, 1986, Plan operativo general de transporte para la ciudad de Quito, Unidad Ejecutadora de Transporte Masivo para la Ciudad de Quito.

UNCHS, 1998, The Missing Link - Towards sustainable urban transport, Habitat Debate, The United Nations Centre for Human Settlements, Vol. 4, n° 2, 42p.

UNDA M., 1987, "Si te sientes tieso": las luchas por el transporte en Conocotó, Quito, in Transports urbains et services en Amérique Latine, Actes de l'Atelier de Recherche, Quito, 8-12 juillet 1985, Tome 2, Le service public, INRETS-CIUDAD, pp. 493-512.

UNDA SORIANO M., 2001, Ecuador : conflictos sociales en el año 2000, Cuaderno de trabajo N°91, Quito : Programa de Gestión Urbana / CIUDAD / FORUM, Octubre del 2001, 175p.

VÁSCONEZ M., 1985, La movilidad urbana en los barrios populares de Quito, in Transports urbains et services en Amérique Latine, Actes de l'Atelier de Recherche, Quito, 8-12 juillet 1985, Tome 1 : Transports et citadins, INRETS-CIUDAD, pp. 129-152.

VELASQUEZ A., 1994, DesInventar : sistema de inventario de desastres en América Latina, in La RED, http://osso.univalle.edu.co/tmp/lared/public, article, 8p.

VELASQUEZ E., ASTE J.-P., LEONE F., 1995, Réflexion sur les besoins de communication entre les divers intervenants dans la prévention de risques générés par les mouvements de terrain. Les apports des scenarii de risque, in Bull. Association des Géographes Français, 1995, No 4, pp. 372-386.

VENTER J. H., BRITZ C., HOMES X. T., 1998, Application of First World principles and high-technology solutions for public transport in Third World communities, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 75-80.

VIEGA J. M., 1998, Efficiency and quality of public transport in developing cities, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 117-121.

VILLÉ J., 2003, Fiabilité et vulnérabilité des systèmes de transport, Ponts et Chaussées, http://www.equipement.gouv.fr/recherche/incitatif/predit/enjeu24.htm.

VON HILLEBRANDT Ch., 1991, Evaluación de los peligros volcánicos y su mitigación en la República del Ecuador, in El paisaje volcánico del Sierra Ecuatoriana, Geomorfología, fenómenos volcánicos y recursos asociados, Estudios de Geografía, Volumen 4, Corporación Editora Nacional, Colegio de geógrafos del Ecuador, pp. 39-53.

WACKERMANN G. (sous la direction de), 2004, La géographie des risques dans le monde, Ellipses, carrefours de géographie, 500 p.

WALLISER B., 1977, Systèmes et modèles : introduction critique à l'analyse de systèmes, Paris, Editions du Seuil, 248p.

WILCHES-CHAUX G., 1988, La vulnerabilidad global, in Los desastres no son naturales, La RED, http://osso.univalle.edu.co/tmp/lared/public, article 22 p.

WINCKELL A. et al., 1997, Los paisajes naturales del Ecuador; Las regiones y paisajes del Ecuador, in Geografía básica del Ecuador, Tomo IV, Volumen 2, Geografía física, Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, IPGH, IGM, ORSTOM, 417p. + une carte au 1/1 000 000.

WOLKOWITSCH M., 1992, La Géographie des transports - Aménagement et environnement, Armand Colin, Paris, Coll. Cursus, Série Géographie, 192p.

World Bank, 1997, Peru-Lima Urban Transport Project, Ministry of Transport, Communications, Housing and Construction, Metropolitan Municipality of Lima, Provincial Municipality of Callao, 7p.

YAÑEZ-THIRÉ E., MÉJEAN C., 1998, Les transports à Caracas : requalifications urbaines à partir de l'insertion d'un transport en commun de type tramway en site propre, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 287-292.

YEPEZ F., 2002, Ultimos avances en la evaluación del riesgo sísmico de Quito y futuros proyectos de mitigación, in Gestión de riesgos y prevención de desastres, Memoria del Seminario, Quito, 24-25 de enero de 2001, FLACSO - COOPI - ECHO, pp 16-28.

ZEVALLOS MORENO O., 1996, Ocupación de laderas: incremento del riesgo por degradación ambiental urbana en Quito - Ecuador, pp. 165- 177, in Ciudades en Riesgo, degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres en América Latina, M. A. Fernández, 190p.

ZHIRI OUALALOU T., CHANSON-JABEUR Ch., 1998, Rythmes et usages des transports et déplacements urbains au Maghreb : les cas de Casablanca et de Tunis, in La politique de déplacements urbains - Outil du développement durable, Actes du congrès international CODATU VIII, Le Cap, 21-25 septembre 1998, pp. 675-681.

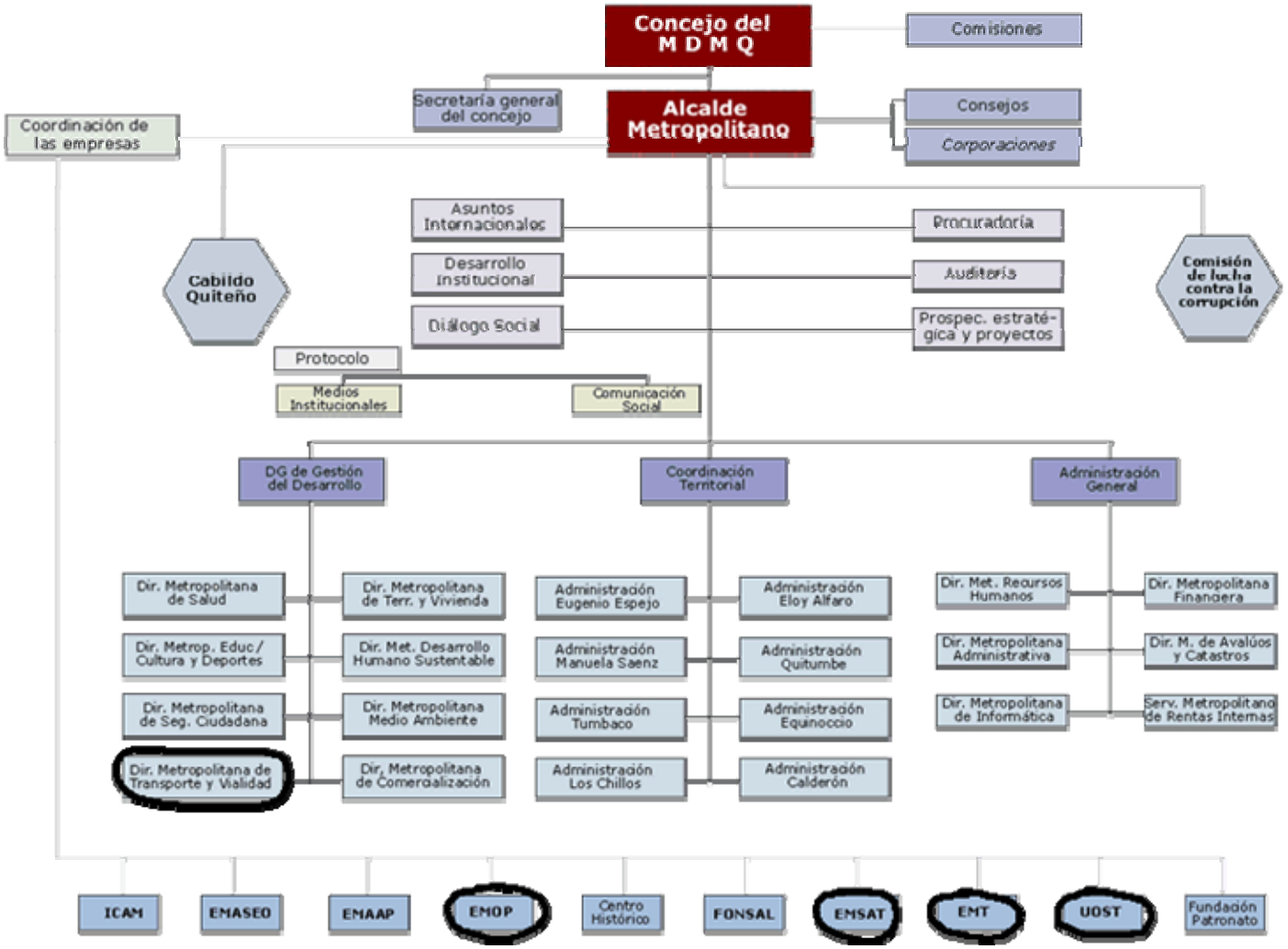
ANNEXES

1 - Liste des sigles

ATC : Applied Technology Council (EU)
BID : Banque Interaméricaine de Développement
CAF : Caisse Andine de l'investissement
CCO : Centre de Contrôle des Opérations (EMSAT-MDMQ)
CEDIG : Centro Ecuatoriano de Investigaciones Geográficas
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPEIGE : Centro Panamericano de Estudios y de Investigaciones Geográficas
CEPREDENAC : Centro para la Prévención de Desastres Naturales en América Latina
CERTU : Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports et l'Urbanisme (Ministère de l'Equipement - France)
CGTM : Coordinadora General de Transporte Metropolitano (aujourd'hui remplacée par l'EMSAT - MDMQ)
CHQ : Centre Historique de Quito
CNT : Conseil National de Transit (Equateur)
CODATU : Conférence sur le Développement et l'Aménagement des Transports Urbains
CONAM : Commission Nationale de Modernisation de l'Etat (Equateur)
CONUEP : Conseil National des Universités et des Ecoles Polytechniques (Equateur)
CPTP : Conseil Provincial du Transit de *Pichincha*
CREDAL : Centre de Recherche et de Documentation sur l'Amérique Latine (Paris)
DM : Direction des Marchés (MDMQ)
DMQ : District Métropolitain de Quito (MDMQ)
DMT : Direction Métropolitaine des Transports (et de la voirie) (MDMQ)
DMTV : Direction Métropolitaine du Territoire et du logement (MDMQ)
DNH : Direction Nationale des Hydrocarbures de l'Equateur
DNT : Direction Nationale du Transit (Police Nationale de l'Equateur)
DTM : Direction des impôts (MDMQ)
ECH : Entreprise du Centre Historique (MDMQ)
EEQ : Entreprise Electrique de Quito
EMAAP-Q : Entreprise métropolitaine d'eau potable et des égouts de Quito (MDMQ)
EMOP-Q : Entreprise Métropolitaine de l'Equipement de Quito (MDMQ)
EMSAT : Entreprise Métropolitaine du Service et de l'Administration des Transports (MDMQ)
EMT : Entreprise Municipale des Transports (MDMQ)
FEMA : Federal Emergency Management Agency (EU)
FIC-EPN : Faculté d'Ingénierie Civile de l'Ecole Polytechnique Nationale (Equateur)
FLACSO : Faculté Latino-américaine des Sciences Sociales
HCPP : Conseil Provincial de *Pichincha*
IESS : Institut Equatorien de Sécurité Sociale
IFEA : Institut Français d'Etudes Andines
IGM : Institut Géographique Militaire (Equateur)
IHEAL : Institut des Hautes Etudes sur l'Amérique Latine
ILDIS : Institut Latino-américain de recherches sociales
INAMHI: Institut National de Météorologie et d'Hidrologie (Equateur)
INEC : Institut National de Statistiques et du Recensement (Equateur)
INRETS : Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (France)
IPGH : Institut Panaméricain de Géographie et d'Histoire
IRD : Institut de Recherche pour le Développement (ex-Orstom)
IRT : Institut de Recherche sur les Transports (aujourd'hui INRETS)
ISTED : Institut des Sciences et des Techniques de l'Equipement et de l'Environnement pour le Développement (Paris-La Défense)
JPTP : Office provincial du transit de *Pichincha*
MDMQ : Municipalité du District Métropolitain de Quito
MEC : Ministère de l'Education et de la Culture (Equateur)
MOP : Ministère de l'Equipement (Equateur)
MSP : Ministère de la Santé Publique (Equateur)
OD : Origine Destination (enquête)
ORSTOM: Institut Français de Recherches Scientifiques pour le Développement en Coopération (aujourd'hui IRD)

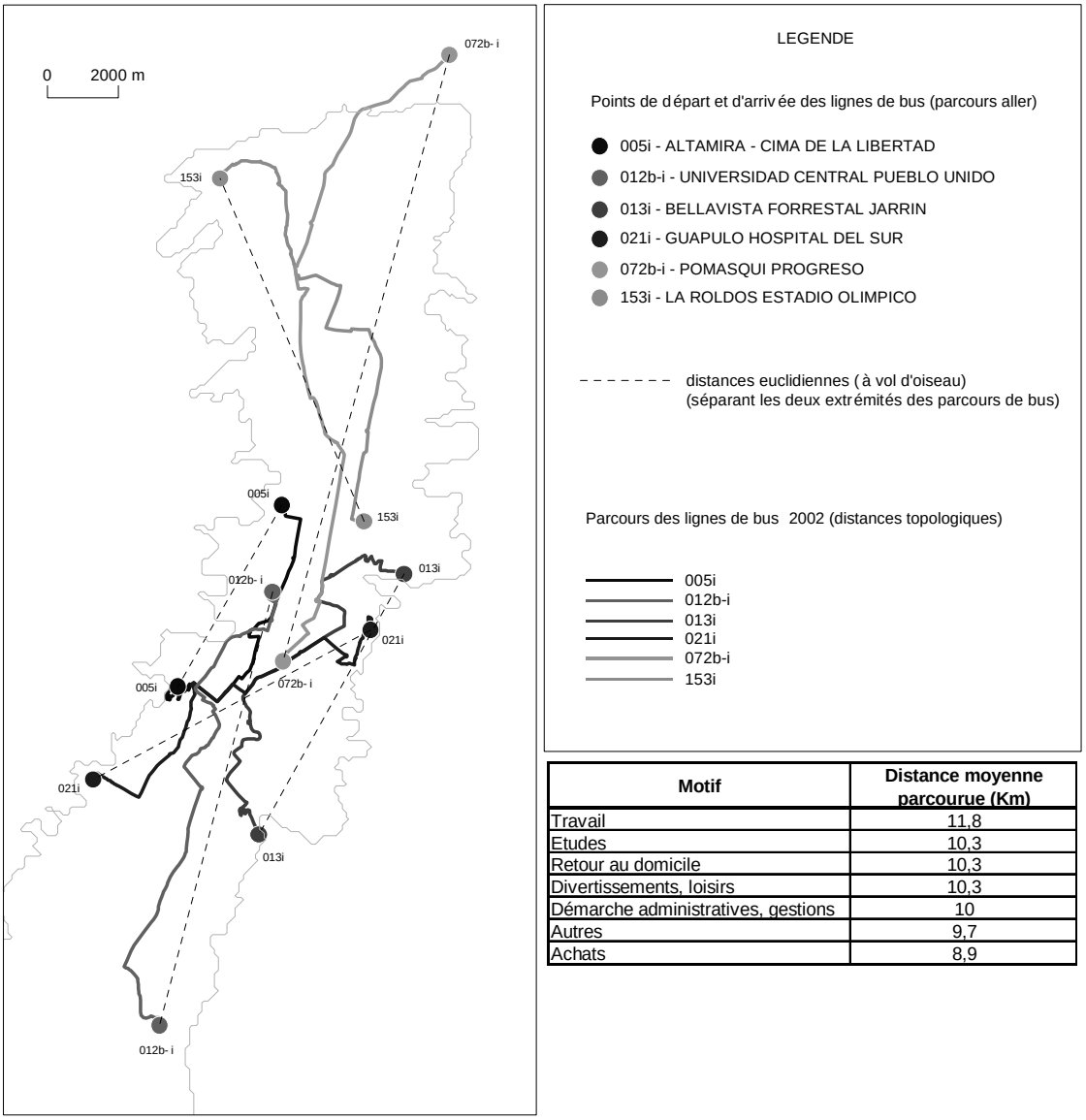
PGDT: Plan Général de Développement Territorial (MDMQ)
PLU : Plan de Logement et d'Urbanisme
PMT : Schéma directeur des transports et de la voirie (MDMQ)
PREDIT : Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (France)
PUCE : Université Catholique de l'Equateur
SIAT : Service d'Investigation sur les Accidents de la route (DNT - Equateur)
SIG : Système d'Information Géographique
SIISE : Système Intégré d'Indicateurs Sociaux de l'Equateur
SRI : Service national des impôts équatorien (Servicio de Rentas Internas)
TC : Transport en Commun
UEIM: Unité d'Etudes et d'Informations Métropolitaines (DMTV-MDMQ)
UEPT : Unité en charge de l'extension du Système trolleybus (MDMQ)
UOST : Unité en charge de l'Opération du Système Trolleybus (MDMQ)
UPGT : Unité de Planification et de Gestion des Transports (MDMQ), aujourd'hui EMSAT

2 - Organigramme municipal (MDMQ)



3 - Méthode de calcul des distances parcourues en TC

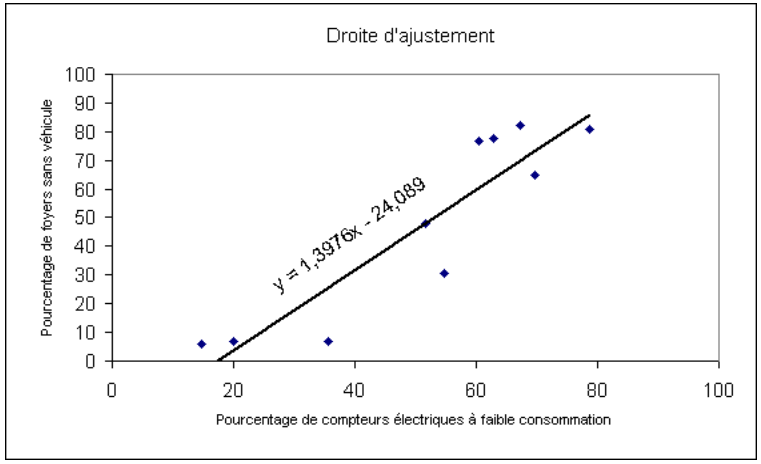
Distances topologiques versus distances euclidiennes - Exemple pour 6 lignes de bus : calcul du coefficient multiplicateur dans le logiciel SIG *Savane*



Motif	Distance moyenne parcourue (Km)
Travail	11,8
Etudes	10,3
Retour au domicile	10,3
Divertissements, loisirs	10,3
Démarche administratives, gestions	10
Autres	9,7
Achats	8,9

4 - Corrélation entre consommation électrique des ménages et taux de motorisation

Nom des quartiers (échantillon)	Nombre total de compteurs type résidentiel	Pourcentage de compteurs à faible consommation (x_i)	Pourcentage de compteurs à moyenne consommation	Pourcentage de compteurs à consommation élevée	Pourcentage de foyer sans véhicule (y_i)	(x_i - x)	(y_i - y)	(x_i - x) (y_i - y)	(x_i - x)²
San Carlos	2636	54,67	43,25	2,09	30,6	3,12	-17,34	-54,17	9,75
El Bosque	799	14,77	35,17	50,06	5,9	-36,77	-42,04	1546,16	1352,36
La Primavera	761	62,81	34,56	2,63	77,4	11,27	29,46	331,94	126,99
Mariana Jesus	2521	35,58	52,32	12,10	6,7	-15,96	-41,24	658,34	254,78
Bellavista	1243	20,03	38,62	41,35	6,7	-31,51	-41,24	1299,64	992,93
Centro	2342	69,73	27,97	2,31	64,7	18,18	16,76	304,68	330,65
La Raya	215	60,47	33,95	5,58	76,5	8,92	28,56	254,78	79,61
Argelia	592	67,23	29,73	3,04	82,4	15,69	34,46	540,50	246,08
Martha Bucaram	215	78,60	19,53	1,86	80,6	27,06	32,66	883,72	732,34
Moyenne		**51,54**			**47,94**		**Somme**	**5765,58**	**4125,49**



N = 9

La Covariance XY vaut 640,6201
La Variance de X vaut 458,3873

a_1 vaut 1,397552131
b_1 vaut -24,08946644

L'équation de régression est la suivante :
Y = 1,3975 X - 24,089

L'écart type de X vaut 21,40998
L'écart type de Y vaut 32,80945

Le coefficient de corrélation "r" vaut
0,91198

5 – Méthode de différenciation des ponts (exemple)

			Critères de différenciation des ouvrages				Description et hiérarchisation		
CLE	**localisation**	**type**	**la section aérienne supporte une voie enjeu majeur**	**la section aérienne relie deux tronçons enjeux majeurs différents (elle permet le passage de l'un à l'autre)**	**la section aérienne permet uniquement d'accéder à une voie enjeu majeur ou d'en sortir (s'applique lorsque la section aérienne recoupe la voie enjeu majeur)**	**la section aérienne permet de franchir une voie enjeu majeur et aussi d'y accéder et / ou d'en sortir (s'applique lorsque la section aérienne recoupe la voie enjeu majeur)**	**description**	**importance**	**typologie d'enjeux**
01	PanaSur (Tambillo)	Intercambiador	X	X			supporte une voie enjeu majeur et relie deux tronçons	ouvrage essentiel	enjeu majeur
28	Trebol	Intercambiador	X	X		X	supporte une voie enjeu majeur, relie deux tronçons, et permet d'accéder à une voie enjeu majeur ou d'en sortir	ouvrage essentiel	enjeu majeur
12	Autopista Ruminahui (Rio San Pedro) *Los Chillos*	Puente	X				supporte simplement une voie enjeu majeur	ouvrage très important	enjeu majeur
13	Maldonado y Nueva Oriental (Plywood)	Paso elevado				X	ne supporte pas de voie enjeu majeur mais permet de franchir une voie enjeu majeur et aussi d'y accéder et / ou d'en sortir	ouvrage assez important	enjeu
26	Autp Ruminahui (antes del intercambiador con Nueva Oriental)	Puente			X		ne supporte pas de voie enjeu majeur mais permet d'accéder à une voie enjeu majeur ou d'en sortir	ouvrage assez important	enjeu
87	PanaNorte junto a la tenencia política	Paso elevado					ne supporte pas de voie d'enjeu majeur et ne permet pas non plus d'y accéder et / ou d'en sortir	ouvrage secondaire	ouvrage secondaire

6 - Liste des rubriques de la revue de presse

RUBRICA	ID	DETALLE DEL TEMA
TRANSPORTE	1	Cifras (flota de bus, número de cooperativas...)
	2	Tarifas pasajes (alza/subsidio)
	3	Gastos, finanzas, finanzamientos, presupuesto
	4	Política, proyectos, planificación
	5	Competencia, marco legal
	6	Revisión (control vehícular/retiro de unidades)
	7	Control de opacidad
	8	Inauguración, innovaciones
	9	Conflictos
	10	Problemas, polémica
	11	Condiciones de los choferes
	12	Falta de transporte (filas de usuarios)
	13	Bus dañado
	14	Taxi
	15	Transporte en el CHQ
	16	Transporte de carga
	17	Cambio de rutas o reubicación de terminal
	18	Otro
TRAFICO / TRANSITO	19	Cifras (volúmenes de vehículos, parque automotor..)
	20	Congestión, embotellamiento, sitios críticos
	21	Desvíos, interrupción de tráfico
	22	Problemas de tráfico (otro que congestión)
	23	Control de tráfico, circulación
	24	Accidentes
	25	Seguridad vial
	26	Ventas o importación de autos, buses (arranceles…)
	27	Construcción automovil
	28	Carros robados
	29	Matriculaciones
	30	Estacionamiento
	31	Alianzas Municipio / Policía / Universidades
	32	Otro
VIALIDAD E INFRAESTRUCTURAS	33	Costos de obras
	34	Gastos, finanzas, finanzamientos, presupuesto
	35	Organismos de finanzamiento
	36	Señalización, semaforización
	37	Repavimentación, bacheo, mantenimiento
	38	Construcción de infraestructuras viales
	39	Proyectos viales
	40	Inauguración, rehabilitación de obras
	41	Concesión vial, peajes, tarifas
	42	Conflictos, polémica
	43	Problemas en las vías (baches, escombros)
	44	Taludes
	45	Problemas con el asfalto
	46	Problemas con los puentes o obras viales
	47	Parqueadero
	48	Paradas
	49	Alumbrado
	50	Alcantarillado
	51	Autopista Rumiñahui
	52	Vía a la Mitad del Mundo
	53	Interoceánica
	54	PanaSur
	55	PanaNorte
	56	Avenida Simón Bolívar (Nueva Oriental)
	57	Avenida Occidental (Mariscal Sucre)
	58	Terminal Terrestre
	59	Túneles
	60	La Marín
	61	Otro

RUBRICA	ID	DETALLE DEL TEMA
ECOVIA	62	Tarifa
	63	Construcción
	64	Modificaciones geométricas
	65	Accidentes
	66	Buses ecológicos
	67	Semaforización
	68	Terminales (Río Coca y Marín)
	69	Problemas
	70	Invasión de carril
	71	Otro
TROLE Y ALIMENTADORES	72	Tarifa
	73	Cifras (usuarios, velocidad..)
	74	Caractéristicas (paradas, unidades, sistema eléctrico)
	75	Déficit, presupuesto, finanzas
	76	Ampliación
	77	Innovaciones
	78	Cambio en los circuitos
	79	Concesión
	80	Problemas
	81	Invasión de carril
	82	Daños
	83	Accidentes
	84	Desvíos
	85	Otro
AEROPUERT	86	Concesión
	87	Conflictos
	88	Afluencia de viajeros
	89	Exportaciones de mercaderías
	90	Otro
COMBUSTIBLE	91	Cifras de consumo
	92	Tarifas / alza / subsidio
	93	Política
	94	Abastecimientos
	95	Stocks y almacenamiento
	96	Irregularidades y fraude
	97	Despacho, venta
	98	Gasolineras
	99	Producción y comercialización del petroleo
	100	Importación
	101	Calidad
	102	El Beaterio
	103	Otro
OTROS TEMAS	104	Hundimientos
	105	Inundaciones
	106	Lluvias (cifras de precipitaciones)
	107	deslizamientos, deslaves, derrumbe
	108	aluviones
	109	sismos, erupciones
	110	Apagones
	111	Huelgas, paro
	112	vulnerabilidad, riesgos
	113	Contaminación
	114	Feriados
	115	911, emergencias, simulacros, Cruz Roja, Defensa Civil
	116	Bomberos (intervención, novedades, fundación de Cia)
	117	Afluencia personas en los parques
	118	Encuentros internacionales, seminarios, visitas
	119	Otro
	120	Guayaquil, Cuenca, Otras Ciudades

7 - Extrait de la grille de classement de la revue de presse

FUENTE E INFORMACION GENERAL								TRANSPORTE																		TRAFICO / TRANSITO													
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
FUENTE	Día	Mes	Año	foto	tabla, gráfico	dibujo satírico	Mapa	Cifras (flota de bus, número de cooperativas...)	Tarifas pasajes (alza/subsidio)	Gastos, finanzas, finanzamientos, presupuesto	Política, proyectos, planificación	Competencia, marco legal	Revisión (control vehícular/retiro de unidades)	Control de opacidad	Inauguración, innovaciones	Conflictos	Problemas, polémica	Condiciones de los choferes	Falta de transporte (filas de usuarios)	Bus dañado	Taxi	Transporte en el CHQ	Transporte de carga	Cambio de rutas o reubicación de terminal	Otro	Cifras (volúmenes de vehículos, parque automotor..)	Congestión, embotellamiento, sitios críticos	Desvíos, interrupción de tráfico	Problemas de tráfico (otro que congestión)	Control de tráfico, circulación	Accidentes	Seguridad vial	Ventas o importación de autos, buses (arranceles...)	Construcción automovil	Carros robados	Matriculaciones	Estacionamiento	Alianzas Municipio / Policía / Universidades	Otro
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
EC	18	06	1999	x			x																																
EC	17	06	1999	x																								x											
EC	10	04	2000	x																								x											
EC	11	04	2000	x			x																																
EC	11	04	2000											x																									
EC	14	04	2000	x			x																																
EH	15	04	2000	x			x																																
EC	16	04	2000	x																								x											
EC	17	04	2002																																				
EC	17	04	2002	x																																			
EH	17	04	2002																																				
EH	17	04	2002	x																																			
EH	17	04	2002	x																																x			
EC	18	04	2000																																				

8 - Exemples de vulnérabilités du système de construction du réseau routier et répercussions sur la circulation.

- La réfection de l'Avenue Amazonas, boulevard très important pour la circulation au sein de l'espace central : les travaux effectués par la EMOP-Q sur le tronçon compris entre l'Avenue Colón et Gaspar de Villaroel (soit 3,6 Km) ont commencé début 2002 et ont duré quatre mois. Compte tenu de l'intensité du trafic, l'EMOP-Q a réalisé les travaux par tronçons successifs. Plusieurs facteurs ont contribué à accroître la durée du chantier. Tout d'abord, le régime pluviométrique de Quito, particulièrement humide de septembre à mai, a contribué à ralentir l'ouvrage. Ensuite, l'état de déliquescence du système d'égouts a obligé l'EMOP-Q, en partenariat avec l'EMAAP-Q, à reconstruire complètement le réseau sur cette section, avant de pouvoir réhabiliter la chaussée. Enfin, certains forçages passagers comme les retards d'approvisionnement en bitume ont également affecté la construction. En effet, le fournisseur de l'EMOP-Q (PetroIndustrial) ayant d'énormes difficultés internes, a réduit sa production et n'a plus pu répondre totalement aux besoins du pays pendant plusieurs mois. Il est prévu à court terme que cette entreprise d'Etat, ne produise plus du tout de goudron (logique néolibérale oblige), alors qu'il n'existe pas encore de circuit alternatif pour en importer en quantité suffisante pour satisfaire la demande nationale !

- La réfection de la voie en site propre du trolleybus. On ne compte plus le nombre de fois où il a fallu refaire le goudron sur tout ou partie du parcours du trolley dont la mise en circulation ne remonte qu'à 1996. Comment se fait-il que cet axe enjeu majeur se détériore aussi rapidement ? La qualité du revêtement a souvent été mise en cause. Certaines études menées par l'Ecole Polytechnique Nationale montrent que la teneur en paraffine est très élevée, à cause de la nature même du pétrole extrait en Amazonie équatorienne. Le climat de Quito, généreux en soleil surtout le matin, a tendance à faire fondre cette substance et à faciliter la déformation du revêtement. Les après-midi souvent orageuses contribuent à faire chuter la température. Cette variation de chaleur, couplée au ruissellement de l'eau, déclenche une action mécanique qui craquelle l'asphalte. A cela s'ajoute la pression circulatoire, le passage de trolley cadencé toutes les deux minutes et surtout la surcharge des unités , notamment aux heures de pointes, accélèrent la détérioration du bitume. Lors de la construction des infrastructures du trolley, il n'existait qu'un seul fournisseur de bitume, PetroIndustrial. Les entreprises de BTP devaient se contenter de ses produits. Depuis quelques années, avec l'ouverture du marché, il est possible d'importer du goudron, de meilleure qualité. Ces nouveaux produits, bien que plus chers, ont été utilisés notamment pour la Ecovía. Il est encore trop tôt pour se prononcer quant à leur résistance dans le temps.

- La construction de l'échangeur de la Villa Flora. Cet ouvrage a été attendu depuis plus de 10 ans pour fluidifier le trafic du centre sud de la ville, à l'emplacement d'un carrefour vers lequel convergent neuf rues en étoile. Sa construction a débuté en décembre 2001 et s'est achevée au début de l'année 2004, soit deux ans de travaux au niveau d'un carrefour névralgique. Ce chantier a causé de multiples problèmes de circulation dans le secteur. Il a rendu nécessaire la déviation du trolley, la déviation des quelques 46 lignes de bus traversant la zone, sans parler de la réorganisation du trafic automobile. Le problème qui s'est posé est qu'il n'y a aucune voie dont la capacité soit suffisante pour absorber le report de flux qui a donc été réparti vers de multiples ruelles de desserte locale, entraînant des nuisances pour les résidents des quartiers concernés. L'EMOP et l'EMSAT ont cependant effectué un réel travail d'information auprès des usagers en publiant régulièrement les itinéraires à suivre dans les journaux. Une des particularités dans le domaine de la construction des ouvrages à Quito, est qu'ils sont réalisés uniquement le jour ! D'après les gérants, la poursuite des travaux la nuit entraînerait un surcoût financier (rémunérations des ouvriers en horaires nocturnes, location d'un dispositif d'éclairage…) que l'économie de la ville ne peut se permettre. Pourtant, cette solution, largement pratiquée dans d'autres pays, améliorerait nettement la rapidité d'exécution des chantiers et réduirait la gêne du trafic le jour. Enfin, le coulage in situ en béton armé des différentes pièces de l'ouvrage (rampe d'accès, pilier, tablier) n'est pas non plus le mode de construction le plus rapide. Même si progressivement l'usage de composants préfabriqués et leur assemblement in situ se répand, il n'en est encore qu'à ses balbutiements.

- Si la construction des infrastructures cause de multiples problèmes de trafic, leur entretien peut également être à l'origine de gênes passagères. Le nettoyage mensuel des tunnels, impliquant leur fermeture momentanée, n'est pas sans conséquences. Cette tâche régulière orchestrée par l'EMOP-Q, est programmée et les usagers sont avertis notamment par la presse. Là non plus, l'EMOP ne ferme pas en même temps les quatre tunnels dans les deux sens, ce qui permet à une partie du trafic de circuler normalement. Toujours est-il que des déviations sont nécessaires et sont gérées de manière plus ou moins efficace grâce à la coopération très relative de la Police. Ces déviations ne sont pas sans poser problèmes. En effet, dévier quelques milliers de véhicules par heure en direction des venelles du centre historique relève d'une véritable prouesse dont seuls les Quiténiens ont le secret. Ces fermetures ne durent néanmoins que quelques heures et tout rentre rapidement dans l'ordre.

9 - Exemple d'entretien mené auprès des opérateurs (gérants) de transport en commun à Quito

Lunes 9 de Abril del 2001

1. COMPAÑÍA ANÓNIMA DE TRANSPORTES EJECUTIVOS DEL SUR TESUR
TELF: 2 633 675

Gerente : Sr. Gerardo Albuja - Presidente

Fecha de creación
6 de julio 1993 Constitución Jurídica

Qué razón social poseen?
Transporte Urbano – Compañía Anónima

Cuál es la ventaja de una cooperativa, empresa o compañía
Cooperativa: un socio debe ser dueño de una unidad, hasta 50 carros
Compañía: una persona puede ser dueño de una o varias unidades, hasta 100 carros

Plantea cambiar de categoría? Por qué?
No

Existe un sistema de caja común?
No, de acuerdo al tipo de asociación

Es rentable su negocio?
Todos los negocios son rentables.
La rentabilidad depende del buen manejo de la compañía, la directiva se la nombra cada dos años

Hubo épocas en las cuales ha sido más rentable? Por qué?
Desde que subieron los pasajes (26 de diciembre del 2000) el negocio ha subido su rentabilidad.

Cuál es su patrimonio?
800 USD de activos

Cuántos buses poseen?
Populares No tienen
Especiales 66 unidades

Quiénes son los dueños de las unidades
Los socios

Cómo se realiza la compra de las unidades?
Cada socio hace sus propias adquisiciones
Chasis: importado EE.UU, Brasil, Corea, Japón
Carrocerías: nacionales
Motores diesel
Valor unidades: 70.000 USD

Cuál es la edad promedio de sus unidades?
Populares: 20 años
Ejecutivo: 10 años
No tienen buses de más de 10 años

Cuando un bus cumple la edad límite, qué pasa con el?
Lo venden a otras compañías populares interparroquiales o urbanas excepto *Pichincha*

Tiene parqueaderos para estacionar los buses? A quién pertenecen?
Cada uno busca un espacio para estacionar su vehículo

Tiene su propio almacenamiento de combustible?
No

Quién define el tiempo de recorrido?
No lo definen

Quién controla los tiempos de recorrido? En qué forma?
SD

Cómo la UPGT otorga las rutas?
SD

Cómo están pagados los choferes?
Cada chofer se arregla con el dueño

Cuánto gana un chofer? Cuáles son sus principales reivindicaciones?
Chofer: 10 USD diarios
Controlador: 5 USD diarios

Cuáles son sus problemas?
Usuario
Policía
Conflicto con otros vehículos

Posibles soluciones
Educación
Requerir educación secundaria para los choferes (sindicatos)

Cuál es su relación con el CNT?
SD

Qué opina de la manera de definir las tarifas por parte de la CNT
Los criterios técnicos de la CNT no son hechos en base a consultas, no está de acuerdo porque debería haber representantes de transportistas, policía y considerar los costos de los vehículos, mantenimiento, combustible y vida útil.

Cuál es su relación con las Federaciones de Transportistas? Pertenece a alguna?
Son las portavoces y representantes del sector transportistas
Sus representantes son elegidos democráticamente
Las Federaciones son distintas de los sindicatos

Cómo percibe la política de la UPGT?
SD

Cuál es su opinión del trole?
No es rentable, “fue negocio de Mahuad”, pérdidas de 5 millones de USD

Cuál es su opinión de la Ecovía?
“es parte de la negociación”, “es el caballo de batalla de los políticos”

Cuál es su opinión del sistema integrado?
“gran negocio”, quita pasajeros
La política debe ser diseñada pero no compartida

Qué opina del paro de transportistas que hubo el lunes 26 de marzo?
Es una prevención al gobierno para que no baje las tarifas del transporte (petición de los indígenas) y que no

aumente el impuesto a la renta ni el IVA
Hubo división de dirigentes por las elecciones internas

Se plantea hacer otros paros. Por qué
No si las cosas se mantienen como están.

Cuáles son las pérdidas de un día de paro?
Las ganancias de un día normal de trabajo

En su recorrido tiene problemas de inundaciones, deslizamientos? En qué medida puede afectar esto a sus ingresos diarios?
Inundaciones: túneles, arteria principal
Deslizamientos: Trébol

Durante la emergencia del Guagua *Pichincha* cómo se vio afectada su unidad?
No afectaron, el daño es posible a plazo indefinido

Cuáles son los tramos más problemáticos en cuanto a congestión, embotellamiento a lo largo de los recorridos de sus unidades?
Túneles
La Marín

Cuáles son las intersecciones más conflictivas en Quito para el tráfico?
SD

Datos económicos

3 rutas
Chasis: importado EE.UU, Brasil, Corea, Japón
Carrocerías: nacionales
Motores diesel
Valor unidades: 70.000 USD
Chofer: 10 USD diarios
Controlador: 5 USD diarios

10 – Questionnaire dirigé aux techniciens municpaux pour la détermination de certaines formes de vulnérabilités des enjeux de la mobilité

FUENTES:

La validez de las preguntas dependen de los encuestados. En cuanto a vías se entrevistó a los arquitectos Vinicio Marroqui, Julio Arteaga y Gerardo Viteri. En cuanto a las estaciones de transferencia el Sr Fabián Veintimilla, coordinador del departamento de seguridad e higiene industrial. En lo referete al Terminal Cumandá el Ing. Carlos Nielsen Subgerente administrativo financiero del terminal. La información de los túneles fue proporcionada por el Arq.Marroquí y el Ing, Masapanta de Fiscalización de la EMOP. Sobre el sistema centralizado de semaforización el Ing. Roberto Cóndor, Central de Semaforización La Y, Dr. Fabricio Yépez sobre la vulnerabilidad de los túneles frente a un sismo.

VIAS Y PUENTES:

1 - Cuál es el estado de las vías por tramo? Bueno, Regular, Malo?

2 - Cuál es la calidad del revestimiento de las vías por tramo? Buena, Regular, Mala?

3 - Existen varios tipos de asfalto?

4 - Se interrumpió la producción nacional de asfalto? por parte de Petroindustrial? Se importa?

5 - Cuáles son las grandes obras actuales en los tramos viales?

6 – En qué tramos viales se ubican los semáforos de la Policía?

7 – Cómo funcionan las 19 zonas administradas por el sistema centralizado de semaforización? Cuáles son sus problemas?

Donde se ubican las Salas de control y que funcion cumplen?
Donde se ubican las centrales de zona y cual es su funcion?
Donde se ubica la sede del Sistema?
De donde proviene el suministro electrico para cada una de las zonas?. Que sucede en caso de corte de electricidad?
Existen generadores electricos?

8 – Cuáles son los tramos viales vigilados por los observadores de campo del CCO (Central de Control de Operación de la EMSAT)?

9 – Cuáles son los tramos viales que se vigilan por cámera video?

10 – Cuáles son los tramos viales que cuentan con maquinarias, vehículos de servicio, o ambulancias propias?

11 – De quién está a cargo el mantenimiento de los puentes en las vías concesionadas? (Puentes en la Autopista Rumiñahui, Puente sobre el río Guayllabamba en la Panamericana Norte, intercambiador de Tambillo en la Panamericana Sur...).

TUNELES

12 – Cada cuánto se da una limpieza en los túneles?

Quien realiza la limpieza de los tuneles? Como se hace? Cuando se hace?
Existen desvios? Quienes son los responsables?
Que sucederia en caso de sismo?

13 – Existe problemas de agrietamiento en cada uno de los 4 túneles?

14 – Cúal es el estado de las vías en cada uno de los 4 túneles? Bueno, Regular, Malo?

15 – Que túnel cuenta con un sistema de alumbrado? Con un sistema de ventilación?

16 – Existen problemas de infiltración de agua que puede dañar el alumbrado? Que puede dañar los ventiladores? En que túnel?

17 – Existe otros problemas referentes al alumbrado? A los ventiladores? En que túnel?

18 – Existe problemas de evacuación del agua que podría anegar la calzada y interrumpir el tráfico? En que túnel?

19 – Existe veredas elevadas para peatones en cada túnel?

20 - Existen conexiones entre los dos carriles en un mismo túnel?

21 –Cada túnel sirve para ambos sentidos de circulación?

22 – Cuáles son las entradas de los túneles que son vigiladas por los obervadores del CCO (Centro de Control de Operación de la EMSAT)?

23 – Existe un control por cámaras video al interior de cada uno de los túneles ? (si, no?)

24 – Existe un control por cámaras video a la entrada de cada uno de los túneles ? (si, no?). Dónde exactamente?

25 – Existen vehículos que sirven únicamente para el mantenimiento de los túneles? para las intervenciones al interior de los túneles? (Si, no?)

26 – Existe un plan de intervención específico para los túneles en caso de emergencia?

27 – Existe un equipo especial de personas preparadas para la intervención en los túneles en caso de emergencia? Quienes son?

Tienen un traje especial que resista altas temperaturas, máscaras con oxígeno?
Tienen vehículos especiales que permiten manejar esas emergencias?
Se realizan simulacros de vez en cuando?

26 – Existen hidrantes de donde tomar el agua en el interior de los túneles?

TERMINAL TERRESTRE Y ESTACION DE TRANSFERENCIA DEL TROLE

27 - Que sucederia en caso de sismo?

28 – ¿Esos edificios son ignífugos?

29 – En caso de corte eléctrico en las 3 estaciones de transferencia del trolebús, afecta al funcionamiento del trole?

30 – En caso de corte eléctrico en la terminal terrestre Cumandá, afecta al funcionamiento de los buses?

31 - Tienen las 3 estaciones y la terminal terrestre generadores eléctricos propios para superar un corte? Sí

32 – Cuántas personas trabajan en la terminal terrestre Cumandá? Cuántas personas trabajan en cada una de las 3 estaciones de transferencia?

33 – Que cantidad de combustible tiene almacenado en la Estación El Recreo? Con esas reservas cuanto tiempo podría funcionar el trole en el caso de que ya no haya la energía eléctrica? Tienen reservas de diesel también en otras estaciones?

34 – Existe un control por cámaras video en las tres estaciones, en la terminal terrestre?

De quién dependen las cámaras video?
Tienen una autonomía energética, es decir en caso de corte eléctrico, pueden seguir funcionando?
Dónde están las salas de monitores? Dentro del edificio mismo? En otro lugar?

35 – Cada estación y la terminal terrestre tienen altoparlantes para informar a los pasajeros? Funcionan con energía eléctrica? Significa que en caso de corte eléctrico ya no funcionan o como es la cuestión?

36 – Es pensable trasladar una de las tres estaciones de transferencia?

37 – Tienen las estaciones de transferencia y la terminal terrestre capacidades propias para apagar un incendio?

Los personeros que trabajan en esos edificios tuvieron una capacitación sobre como actuar en caso de incendio?
Organizan simulacros?
En esos edificios se encuentran aparatos para apagar el fuego?

38 – Tienen las estaciones de transferencia y la terminal terrestre planes de contingencia específicos? Quién hace estos planes?

39 – El personal en su conjunto está al tanto de esos planes de contingencia ?

40 – Los responsables de cada instalación pueden comunicarse con el exterior con otro medio de comunicación que el teléfono?

41 – Los responsables de cada instalación saben a quien contactar en caso de problema grave?

ECOVIA

42 - Ecovía tienen un dispensador propio de combustible?

43 - Funcionan las unidades a diesel?

44 - Cuantos días pueden funcionar con sus reservas?

11 - Métadonnées de la base SIG "Mobilité"(logiciel Savane)

Listado de relaciones con metadatos:

1. Accidentes SIAT
2. AD Encuesta UOST
3. Alimentadores
4. Bombero Compañía
5. Bombero Interven
6. CCO_UPGT_deslave
7. CCO_UPGT_inundac
8. Congestión punto
9. Congestión tramo
10. Crecimiento 2000
11. Cruce vías-ríos
12. EEQ Medidores
13. Fondo Vial DMQ
14. Fondo Vial Quito
15. FondoCiudadQuito
16. FondoNuevAeropue
17. FondoNuevaOrient
18. FondoPomasquí
19. FondoTumbacoCumb
20. FondoValleChillo
21. Infraestruc Vial
22. InundaciónEMAAP
23. líneas bus 2002
24. Líneas de bus 78
25. Líneas de bus 98
26. Nodos red vial
27. OD actu al 2000
28. OD Encuesta UPGT
29. Paradas Ecovía
30. Paradas Trole
31. Puentes_ultimos
32. Recorrido Ecovía
33. Recorrido Trole
34. Red hidro 1_5000
35. Red vial DMQ
36. Red vial Quito
37. Semáforos Inters
38. Semáforos
39. Transp Carga
40. Transp Escolar
41. Transp Interparr
42. Transp Urbano
43. Vías POT DM 2001

NOMBRE DE LA RELACION

Accidentes SIAT

Nombre completo de la relación :

Accidentes graves de tráfico registrados en Quito por el Servicio de Investigación sobre los Accidentes de Tránsito

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a los accidentes graves de tráfico (es decir con heridos graves o con fallecidos) registrados en Quito por el Servicio de Investigación sobre los Accidentes de Tránsito (Dirección Nacional de Tránsito – Policía Nacional) sobre un período de 15 meses (desde el primero de Enero del 2000 hasta el 15 de Abril del 2001). El SIAT es la entidad oficial encargada de investigar sobre las causas y las condiciones de los accidentes graves para evitar los litigos en caso de juico en toda la provincia de *Pichincha*. En cambio, para los choques benignos y atropellos livianos la entidad encargada es el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Dirección Nacional de Tránsito (También ente de la Policía Nacional).

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Nùmero de objetos en la relación : 199

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Se digitalizó la ubicación de los accidentes de tráfico a partir de un registro manuscrito actualizado por el SIAT. Este registro recopila la información de los reportes de accidentes. Tiene una serie de campos tales como : un código de identificación del accidente (empieza cada primero de enero por 1), la fecha, la ubicación por nombres de calles, el tipo de accidente, el número de fallecidos y/o heridos y los daños ocasionados.
    - Se digitalizó los accidentes a partir de los nombres de calles en Savedit en el fondo manzanero al 1/2 000 del 1993. Sin embargo para los accidentes que acudieron en las vías de salida de Quito, la ubicación no es tan precisa porque el registro tampoco no es muy detallado (faltan nombres de las intersecciones). Por la misma razón de los 359 casos registrados solo fueron localizados 199.

2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    - El mismo registro manuscrito del SIAT.

Fecha de integración : Mayo del 2001
Fecha de los datos : 2000 y 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes (digitalización realizada por Fernando Calderón).

Atributos :

1. **cle.lugar**: atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (accidentes de tráfico). Se les dió un número de 1 a 359. La clave máxima viene de la numeración de los 359 accidentes registrados en orden cronológico a partir del primer de Enero del año 2000. Luego al digitalizar, no se pudo ubicar todos los casos lo que explica que algunas claves faltan.
2. **fecha accidente:** atributo nominal que corresponde al día, al mes y al año en que ocurrio el accidente.
3. **tipo accidente**: atributo nominal con 12 modalidades que corresponde al tipo de colisión: a veces no es tan evidente constatar un accidente, lo que explica la descripción de los casos con varios términos:

   atropell,estrell : atropello y estrellamiento
   atropello: atropello
   caida pasajero
   choq,estrell : choque y estrellamiento
   choq,volc,estrel : choque y volcamiento y estrellamiento
   choque : choque
   estrell,atrop : estrellamiento y atropello
   estrella,choque: estrellamiento y choque
   estrellamiento: estrellamiento
   rozamiento,atrop: rozamiento y atropello
   sd : sin datos
   volcamiento: volcamiento

4. **Num_fallecidos** : atributo numérico referente al número de personas fallecidas en un accidente

   Unidad utilizada : cantidad de personas que murieron durante un accidente o después en el hospital
   Valor mínimo : 0
   Valor máximo : 3
   Valor promedio : 0.23 (es decir que no no se mueren personas en cada accidente)
   Suma: 47
   Desviación estandar (Ecart-type) : 0.50

5. **Num_heridos** : atributo numérico referente al número de personas heridas en un accidente

   Unidad utilizada : cantidad de personas que murieron durante un accidente o después en el hospital
   Valor mínimo : 0
   Valor máximo : 22
   Valor promedio : 0.90
   Suma: 180
   Desviación estandar (Ecart-type) : 2.06

6. **tipo daño:** atributo nominal con 8 modalidades que corresponde al tipo de daños ocasionados durante una colisión:

   materiales : daños materiales sin precisión
   motocicleta: daños a una motocicleta
   sd: sin datos
   trole : daños al trolebús
   vehículo : daño a un solo vehículo
   vehículoFFAA : daño a vehículos de la Fuerzas Armadas
   vehículodeestado : daño a vehículos del Estado
   vehículos : daños a varios vehículos (por ejemplo, colisión entre dos vehículos)

NOMBRE DE LA RELACION

AD Encuesta UOST

Nombre completo de la relación :

Encuesta Ascenso / Descenso organizada en el trolebus por la UOST (Unidad de Operación del Sistema Trolebus) en el año 2001.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Se trata de los volumenes de ingresos y salidas de usuarios en las diferentes paradas del trolebus por sentido y por semi-jornadas (AM y PM). Esas cantidades fueron calculadas a partir de una encuesta realizada el 20 de Marzo del 2001 por la UOST – MDMQ a lo largo de todo el día es decir desde las 5:30 am hasta las 00:30 pm.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 51

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos
   - La relación contiene los volumenes de usuarios que subieron y bajaron en las diferentes paradas del trolebus por sentido y por semi-jornadas (AM y PM). Esas cantidades fueron calculadas a partir de una encuesta realizada el 20 de Marzo del 2001 por la UOST – MDMQ. La UOST nos entregó tablas Excel con todos los datos referentes a esa encuesta y a partir de los cuales se hizo esa relación.
   - Se digitalizaron las paradas del trole en Savedit en base al fondo manzanero del año 1993 al 1/2 000.

2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos
   - La cuantificación proviene de los mismos archivos Excel que contienen la información siguiente:

Fecha de integración : Mayo del 2002
Fecha de datos : Marzo del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (ubicación de las paradas). En este caso, de 1 en adelante (clave nominal única aleatoria) hasta 51.
2. **nombre :** atributo nominal que corresponde al nombre de la parad.
3. **Salidas_AM_NS:** atributo numérico que corresponde al número de personas que salieron de cada parada antes del medio día (12:00) en el sentido Norte a Sur.

Unidad utilizada : cantidad de ususarios
Valor mínimo : 86
Valor máximo : 4635
Valor promedio : 1013
Suma : 31 412
Desviación estandar (Ecart-type) : 1122,08

4. **Salidas_PM_NS:** atributo numérico que corresponde al número de personas que salieron de cada parada después del medio día (12:00) en el sentido Norte a Sur.

   Unidad utilizada : cantidad de ususarios
   Valor mínimo : 239
   Valor máximo : 16 958
   Valor promedio : 2224
   Suma : 68951
   Desviación estandar (Ecart-type) : 3551,42

5. **Salidas_Total_NS:** atributo numérico que corresponde al número de personas que salieron de cada parada antes y después del medio día (12:00) en el sentido Norte a Sur (a lo largo de todo el día es decir desde las 5:30 am hasta las 00:30 pm).

   Unidad utilizada : cantidad de ususarios
   Valor mínimo : 461
   Valor máximo : 21 011
   Valor promedio : 3237.51
   Suma : 100 363
   Desviación estandar (Ecart-type) : 4523.33

6. **Salidas_AM_SN:** atributo numérico que corresponde al número de personas que salieron de cada parada antes del medio día (12:00) en el sentido Sur a Norte.

   Unidad utilizada : cantidad de ususarios
   Valor mínimo : 35
   Valor máximo : 12097
   Valor promedio : 1439
   Suma : 43183
   Desviación estandar (Ecart-type) : 2216,91

7. **Salidas_PM_SN:** atributo numérico que corresponde al número de personas que salieron de cada parada después del medio día (12:00) en el sentido Sur a Norte.

   Unidad utilizada : cantidad de ususarios
   Valor mínimo : 85
   Valor máximo : 24287
   Valor promedio : 1887
   Suma : 56611
   Desviación estandar (Ecart-type) : 4320.91

8. **Salidas_Total_SN:** atributo numérico que corresponde al número de personas que salieron de cada parada antes y después del medio día (12:00) en el sentido Sur a Norte (a lo largo de todo el día es decir desde las 5:30 am hasta las 00:30 pm).

   Unidad utilizada : cantidad de ususarios
   Valor mínimo : 120
   Valor máximo : 36384
   Valor promedio : 3326
   Suma : 99 794
   Desviación estandar (Ecart-type) : 6492.93

9. **Ingr_AM_SN:** atributo numérico que corresponde al número de personas que ingresaron a cada parada antes del medio día (12:00) en el sentido Sur a Norte.

   Unidad utilizada : cantidad de ususarios
   Valor mínimo : 129
   Valor máximo : 12252
   Valor promedio : 1640
   Suma : 49209
   Desviación estandar (Ecart-type) : 2467.72

10. **Ingr_PM_SN:** atributo numérico que corresponde al número de personas que ingresaron a cada parada después del medio día (12:00) en el sentido Sur a Norte.

    Unidad utilizada : cantidad de ususarios
    Valor mínimo : 360
    Valor máximo : 11105
    Valor promedio : 2110
    Suma : 63304
    Desviación estandar (Ecart-type) : 2196.01

11. **Ingr_Total_SN:** atributo numérico que corresponde al número de personas que ingresaron a cada parada antes y después del medio día (12:00) en el sentido Sur a Norte (a lo largo de todo el día es decir desde las 5:30 am hasta las 00:30 pm).

    Unidad utilizada : cantidad de ususarios
    Valor mínimo : 729
    Valor máximo : 23357
    Valor promedio : 3750
    Suma : 112 513
    Desviación estandar (Ecart-type) : 4618.57

12. **Ingr_AM_NS:** atributo numérico que corresponde al número de personas que ingresaron a cada parada antes del medio día (12:00) en el sentido Norte a Sur.

    Unidad utilizada : cantidad de ususarios
    Valor mínimo : 65
    Valor máximo : 17154
    Valor promedio : 1257
    Suma : 38997
    Desviación estandar (Ecart-type) : 3013.78

13. **Ingr_PM_NS:** atributo numérico que corresponde al número de personas que ingresaron a cada parada después del medio día (12:00) en el sentido Norte a Sur.

    Unidad utilizada : cantidad de ususarios
    Valor mínimo : 184
    Valor máximo : 24609
    Valor promedio : 2526
    Suma : 78336
    Desviación estandar (Ecart-type) : 4293.97

14. **Ingr_Total_NS:** atributo numérico que corresponde al número de personas que ingresaron a cada parada antes y después del medio día (12:00) en el sentido Norte a Sur (a lo largo de todo el día es decir desde las 5:30 am hasta las 00:30 pm).

    Unidad utilizada : cantidad de ususarios
    Valor mínimo : 251
    Valor máximo : 41763
    Valor promedio : 3784
    Suma : 117 333

Desviación estandar (Ecart-type) : 7295.04

NOMBRE DE LA RELACION :

Alimentadores

Nombre completo de la relación :

Rutas de transporte urbano conectadas a la troncal del trolebús en el año 2001. Se trata de la líneas alimentadores cuyo servicio y tarifa son integradas al trole.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Se refiere al recorrido ida y vuelta de cada ruta de buses alimentadores registrados en la Empresa Metropolitana de Servicio y Administración del Transporte (EMSAT) en el 2001. Además se tiene una breve descripción de las operadoras afectadas a cada ruta.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Número de objetos en la relación : 36 (18 líneas ida y vuelta)

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1 Fuentes que permitieron localizar los objetos.

- Este mapa ha sido digitalizado en base a un archivo AutoCad entregado por la EMSAT. Los datos son del año 2001. El archivo también contiene la información siguiente : código línea - nombre ruta.
- La digitalización fue realizada en Savedit. Se desplegaron el fondo manzanero del 1993 al 1/2 000 y el fondo AutoCad georeferenciado como referencia y se volvió a digitalizar con trazado continuo codificado.

2 Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

- En la actualidad sigo esperando los datos que me prometió entregar Orlando Vaca desde finales del año 2001

Fecha de integración : Mayo del 2002
Fecha de los datos : segundo semestre del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes (digitalización efectuada por Miriam Duque)

Atributos :

1. **Clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (ruta de bus alimentadores). La clave corresponde al código de identificación de cada línea registrada en la EMSAT, el que aparece pintado sobre los buses. Para los recorridos "ida" se añadió al código el sufijo "i". En cambio para los recorridos "regreso" se añadió el sufijo "r".
2. **ruta_inicio:** atributo nominal por completar.
3. **ruta_destino:** atributo nominal por completar.
4. **Resolución Munic :** atributo nominal por completar.
5. **código_municipal :** atributo nominal por completar.
6. **Frecuencia** : atributo numérico
7. **Flota autorizada**: atributo numérico por completar.
8. **Edad promedia :** atributo numérico por completar.
9. **Duración recorrido:** atributo numérico por completar.
10. **Nombre operadora :** atributo nominal por completar.

NOMBRE DE LA RELACION

Bombero Compañía

Nombre completo de la relación :

Ubicación de las compañías de bombero en la ciudad de Quito (1999)

Modo de constitución de la relación :

Relación recuperada del base "Essai" en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito". El nombre de la relación inicial era "Bomberos Q".

Descripción detallada de la relación :

Las diferentes compañías del Cuerpo de Bombero de Quito dependen desde el año 2001 del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (Ordenanza Metropolitana N° 039 : Institucionalización del Cuerpo de Bomberos de Quito - 2001). Antes dependía del Ministerio de Bienestar Social. En la actualidad existen 8 compañías en el DMQ. 7 se encuentran en Quito, una en Checa (inaugurada a mediados del 2001 y que no está ubicada en esa relación). Una se ubica afuera del DMQ y depende del municipio del cantón Rumiñahui. Se trata de la compañía N°6 Sangolquí (tel : 330 402) que se encuentra en la Av. Los Shyris y Altar (Urbanización Santa Rosa en la vía a Amaguaña). Tienen dos vehículos (un tanquero y una motobomba que a veces sirve de ambulancia).

Nombre	dirección	tel
Pichincha	Veintimilla E5-66 y Reina Victoria	505559
Guayas	Av. Pichincha - La Marin	571951
Gálvez	Pedro Freile 641 y Vaca de Castro, San Carlos	567102
Cañadas	Rother y Robinson, Ferroviaria Baja	652183
Cabo Molina	San Cristóbal y Río Coca, Cdla Jipijapa	245674
Atahualpa	Tnte Hugo Ortiz y Capiro, Cdla Atahualpa	629402
Carcelén	Parque de Carcelén	473885

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 7

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fecha de integración : Febrero del 2002
Fecha de datos : 1999

Responsable de la recopilación de datos : UEIM-DMTV (SUIM)

Responsable de la digitalización : UEIM-DMTV (SUIM)

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (compañía de bombero).
2. **nombre :** atributo nominal correspondiente al nombre (simplificado a 16 carácteres) con que se conoce a las compañías de bomberos de Quito
3. **Sector :** atributo nominal que corresponde al sector urbano en donde se ubica la compañia

---

NOMBRE DE LA RELACION

Bombero Interven

Nombre completo de la relación :

Intervenciones realizadas por las diferentes compañías de bomberos al nivel del DMQ el último trimestre del año 2000.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

corresponde a los lugares de intervención de bomberos realizadas entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2000 que sea en caso de emergencia o en caso normal (reparto de agua en barrios no atentidos por la red de la EMAAP, como es el caso de la invasión de Itchimbía). Nota : las diferentes compañías del Cuerpo de Bombero de Quito ahora dependen del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (Ordenanza Metropolitana N° 039 : Institucionalización del Cuerpo de Bomberos de Quito - 2001). Antes dependía del Ministerio de Bienestar Social. En la actualidad existen 8 compañías en el DMQ. 7 se encuentran en Quito, una en Checa (inaugurada a mediados del 2001). Una se ubica afuera del DMQ y depende del municipio del cantón Rumiñahui. Se trata de la compañía N°6 Sangolquí (tel : 330 402) que se encuentra en la Av. Los Shyris y Altar (Urbanización Santa Rosa en la vía a Amaguaña). Tienen dos vehículos (un tanquero y una motobomba que a veces sirve de ambulancia).

Nombre	dirección	tel
Pichincha	Veintimilla E5-66 y Reina Victoria	505559
Guayas	Av. Pichincha - La Marin	571951
Gálvez	Pedro Freile 641 y Vaca de Castro, San Carlos	567102
Cañadas	Rother y Robinson, Ferroviaria Baja	652183
Cabo Molina	San Cristóbal y Río Coca, Cdla Jipijapa	245674
Atahualpa	Tnte Hugo Ortiz y Capiro, Cdla Atahualpa	629402
Carcelén	Parque de Carcelén	473885

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 498

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1 Fuentes que permitieron localizar los objetos

- Recuperamos las fichas de intervención manuscritas de los bomberos de los meses de septiembre hasta diciembre del 2000. Corresponden a un registro mantenido por los bomberos en lo cual aparece la compañía que intervino, las direcciones con nombres de calles de los sectores en donde se hizo la intervención, la hora de salida del vehículo, la hora de llegada al lugar, la hora de regreso del vehículo a la compañía, el tipo de intervención, el vehículo utilizado...
- Se digitalizó a partir de nombres de calles la ubicación de las intervenciones en Savedit en base al fondo de referencia del distrito al 1/5 000 para las zonas suburbanas y con el fondo manzanero del 1993 para Quito.

2 Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

- La cuantificación proviene del mismo registro de los bomberos.

Fecha de integración : Junio del 2001
Fecha de datos : último trimestre del 2000

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de la digitalización : Fernando Calderón

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (intervención de bomberos). Se les dio en este caso un código de 1 en adelante (clave nominal única aleatoria) hasta 498.

2. **duración :** atributo numérico que corresponde al tiempo que se demoró el vehículo de los bomberos en llegar en el sitio de intervención.

   Unidad utilizada : minutos
   Valor mínimo : 3
   Valor máximo : 72
   Suma : 6069
   Valor promedio : 12
   Desviación estandar (Ecart-type) : 8.62
   Valor desconocidos : 3

3. **Compañía :** atributo nominal correspondiente al nombre (simplificado a 16 carácteres) con que se conoce a las compañías de bomberos de Quito

4. **tipo_vehículo** : atributo nominal que tiene 5 modalidades correspondientes al tipo de vehículo que hizo la intervención (puede ser que hayan dos)

   Ambulancia
   Autobom+tanquero : autobomba y tanquero

Autobomba
Tanqueros
Unidad Rescate

5. **codigo_intervenc:** : atributo nominal correspondiente al tipo de intervención

10	radio abierto	10-15	abastecimiento de agua
10-1	amago de incendio	10-17	inspección (sin sirena y balizas)
10-2	incendio	10-19	inspección (con sirena y balizas)
10-3	incendio declarado	10-20	abastecimiento de combustible
10-4	incendio forestal	10-21	accidente de tránsito
10-5	rescate	10-25	fuga de gas
10-6	rescate con apoyo	10-30	reparto de agua
10-7	inundacion	10-31	simulacro
10-8	inundacion de magnitud	10-32	desfile
10-9	auxilio general	10-33	urgente (persona o vehículo)
10-10	accidente aviatorio	10-40	abrir departamento
10-11	derrumbe o deslave	10-45	vulcanizadora - lubricadora
10-12	apoyo inmediato	10-50	caída de arboles - postes etc.
10-13	falsa alarma	10-60	reportar parte diario de compañías
10-14	cerrar hidrante	10-70	anotar consigna

6. **fecha:** atributo nominal correspondiente a la fecha de intervención

---

NOMBRE DE LA RELACION

CCO_UPGT_deslave

Nombre completo de la relación :

Deslaves y desmoronamientos registrados en la Central de Control de Operación (CCO) de la Unidad de Planificación y Gestion del Transporte (UPGT).

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

De una manera general, la CCO de la UPGT registra todas la perturbaciones que pueden afectar el tráfico intra urbano. Esas perturbaciones están clasificadas en una decena de rúbricas (problemas de tráfico, de señalización, de vialidad, de manifestaciones, de trole, de accidentes, de inundaciones, de desmoronamientos, de incendios..). La relación “CCO_UPGT_deslave” corresponde más especifícamente a los deslaves y/o desmoronamientos, registrados en la CCO, que perturbaron al tráfico en la ciudad de Quito entre el mes de Noviembre del año 1997 hasta el mes de Abril del año 2000. La CCO es el ente municipal encargado de monitorear y controlar los problemas de tránsito vehicular intra urbano. También tiene la función de mejorar la circulación informando los servicios apropiados tales como la Policía Nacional en caso de accidente o de congestión, la EMOP-Q cuando hay defectos en la vía, la EMAAP-Q cuando hay problemas debido a escurrimientos de agua o inundación, los Bomberos en caso de colisión con fuego... En fin, este registro tiene la función de servir a la elaboración de planes para disminuir los disfuncionamientos de tráfico (reformas geométricas viales, calibración del sistema de semaforización...). La CCO, inicialmente creada en Diciembre del año 1995 tiene un registro informatizado de perturbaciones de tráfico desde Julio del 1997. La información está recopilada por operadores de campo que observan las condiciones de tráfico en una zona determinada y que avisan a la central en caso de perturbación mediante una radio. También existen PAC, que son Puntos Aereos de Control que permiten vigilar las

condiciones de tráfico desde puntos de vista altos (desde el Panecillo, y desde el techo de un edificio ubicado en la Patria y 10 de Agosto).

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 23

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos

   - La relación contiene la ubicación de las perturbaciones de tráfico debidas a deslaves o desmoronamientos registrados en la CCO entre el mes de Noviembre del año 1997 hasta el mes de Abril del año 2000. Esa ubicación proviene de una base de datos dividida entre 4 archivos de formato DBF entregados por la UPGT. Cada archivo corresponde a un año de registro "MAES97.DBF", "MAES98.DBF", "MAES99.DBF" y "MAESTRO.DBF" para los eventos registrados hasta el mes de Abril en el año del 2000.
   - Se digitalizó en Savedit en base al fondo manzanero del año 1993 al 1/2 000 a partir de nombres de calles (ubicación del deslave) contenidos en los archivos DBF.

2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   - La cuantificación proviene de los mismos archivos DBF que contienen la información siguiente:

   - La fecha de la perturbación, la hora en la que se registró la perturbación, el código de la persona que avisó a la Central, el código de la novedad (código de identificación de una perturbación), la ubicación por nombres de calles, la acción tomada (aviso a la Policía...), la hora de inicio de la perturbación (por lo menos registrada, puede ser que el problema empezó antes de que el agente trabaje), la hora de fin de la perturbación (por lo menos registrada, puede ser que el problema siga después de que el agente deje de trabajar), la longitud de la congestión y la causa presentida.

Fecha de integración : Mayo del 2001
Fecha de datos : Noviembre 1997 → Abril 2000

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (ubicación del deslave). En este caso, de 1 en adelante (clave nominal única aleatoria) hasta 23. Nota : se digitalizó el punto en donde hubo el deslave por eso la relación es puntual. Sin embargo, las consecuencias de tales eventos son generalmente lineales (congestión).
2. **fecha :** atributo nominal que corresponde a la fecha a la cual ocurrió la perturbación
3. **año** : año en que aconteció el evento
4. **mes** : mes en que aconteció el evento

5. **Hora inicio** : atributo nominal que corresponde a la hora a la cual se supone que una perturbación empezó (por lo menos hora registrada, puede ser que el problema empezó antes de que el agente trabaje)
6. **Hora final** : atributo nominal que corresponde a la hora a la cual se supone que una perturbación se terminó (por lo menos hora registrada, puede ser que el problema siga después de que el agente deje de trabajar)
7. **Duración_minutos** : atributo numérico que corresponde a la duración de la perturbación. Este dato no es muy significativo en el sentido de que los agentes de campo empiezan a las 7:30 am y un evento puede ser anterior, igual después de las 20:00, los observadores dejan de trabajar (y el problema puede seguir). Además sobre los 23 eventos repertoriados, solo se tiene la información para 10 perturbaciones.

   Unidad utilizada : minutos
   Valor mínimo : 25
   Valor máximo : 447 (más de 7 horas)
   Valor promedio : 251 (más de 4 horas)
   Suma : 2 514 (más de 41 horas)
   Desviación estandar (Ecart-type) : 140

8. **Acción tomada : atributo nominal con 10 modalidades que corresponde a la acción tomada** luego de la constatación de un problema de tráfico. Los operadores de campo informan en caso de problema a la entidad responsable de resolver la perturbación (Policía, Obras Públicas). En 8 casos, el valor es desconocido.

NOMBRE DE LA RELACION

CCO_UPGT_inundac

Nombre completo de la relación :

Inundaciones registradas en la Central de Control de Operación (CCO) de la Unidad de Planificación y Gestion del Transporte (UPGT).

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

De una manera general, la CCO de la UPGT registra todas la perturbaciones que pueden afectar el tráfico intra urbano. Esas perturbaciones están clasificadas en una decena de rúbricas (problemas de tráfico, de señalización, de vialidad, de manifestaciones, de trole, de accidentes, de inundaciones, de desmoronamientos, de incendios..). La relación “CCO_UPGT_inundac” corresponde más especifícamente a las inundaciones, registradas en la CCO, que perturbaron al tráfico en la ciudad de Quito entre el mes de Noviembre del año 1997 hasta el mes de Abril del año 2000. La CCO es el ente municipal encargado de monitorear y controlar los problemas de tránsito vehicular intra urbano. También tiene la función de mejorar la circulación informando los servicios apropiados tales como la Policía Nacional en caso de accidente o de congestión, la EMOP-Q cuando hay defectos en la vía, la EMAAP-Q cuando hay problemas debido a escurrimientos de agua o inundación, los Bomberos en caso de colisión con fuego... En fin, este registro tiene la función de servir a la elaboración de planes para disminuir los disfuncionamientos de tráfico (reformas geométricas viales, calibración del sistema de semaforización...). La CCO, inicialmente creada en Diciembre del año 1995 tiene un registro informatizado de perturbaciones de tráfico desde Julio del 1997. La información está recopilada por operadores de campo que observan las condiciones de tráfico en una zona determinada y que avisan a la central en caso de perturbación mediante una radio. También existen PAC, que son Puntos Aereos de Control que permiten vigilar las condiciones de tráfico desde puntos de vista altos (desde el Panecillo, y desde el techo de un edificio ubicado en la Patria y 10 de Agosto).

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 49

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos
   - La relación contiene la ubicación de las perturbaciones de tráfico debidas a inundaciones registradas en la CCO entre el mes de Noviembre del año 1997 hasta el mes de Abril del año 2000. Esa ubicación proviene de una base de datos dividida entre 4 archivos de formato DBF entregados por la UPGT. Cada archivo corresponde a un año de registro "MAES97.DBF", "MAES98.DBF", "MAES99.DBF" y "MAESTRO.DBF" para los eventos registrados hasta el mes de Abril en el año del 2000.
   - Se digitalizó en Savedit en base al fondo manzanero del año 1993 al 1/2 000 a partir de nombres de calles (ubicación de la inundación) contenidos en los archivos DBF.

2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   - La cuantificación proviene de los mismos archivos DBF que contienen la información siguiente:

   - la fecha de la perturbación, la hora en la que se registró la perturbación, el código de la persona que avisó a la Central, el código de la novedad (código de identificación de una perturbación), la ubicación por nombres de calles, la acción tomada (aviso a la Policía...), la hora de inicio de la perturbación (por lo menos registrada, puede ser que el problema empezó antes de que el agente trabaje), la hora de fin de la perturbación (por lo menos registrada, puede ser que el problema siga después de que el agente deje de trabajar), la longitud de la congestión y la causa presentida.

Fecha de integración : Mayo del 2001
Fecha de datos : Noviembre 1997 → Abril 2000

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (ubicación de la inundación). En este caso, de 1 en adelante (clave nominal única aleatoria) hasta 53. Algunas claves faltan porque al editar el mapa se eliminó algunos eventos que eran duplicados (registro doble o triple de un mismo evento). Nota : se digitalizó el punto en donde hubo la inundación por eso la relación es puntual. Sin embargo, las consecuencias de tales eventos son generalmente lineales (congestión).
2. **fecha :** atributo nominal que corresponde a la fecha a la cual ocurrió la perturbación
3. **año** : año en que aconteció el evento
4. **mes** : mes en que aconteció el evento
5. **hora inicio** : atributo nominal que corresponde a la hora a la cual se supone que una perturbación empezó (por lo menos hora registrada, puede ser que el problema empezó antes de que el agente trabaje
6. **hora final** : atributo nominal que corresponde a la hora a la cual se supone que una perturbación se terminó (por lo menos hora registrada, puede ser que el problema siga después de que el agente deje de trabajar)

7. **duración** : atributo numérico que corresponde a la duración de la perturbación. Este dato no es muy significativo en el sentido de que los agentes de campo empiezan a las 7:30 am y un evento puede ser anterior, igual después de las 20:00, los observadores dejan de trabajar (y el problema puede seguir). Además sobre los 49 eventos repertoriados, solo se tiene la información para 31 perturbaciones.
   Unidad utilizada : minutos
   Valor mínimo : 1
   Valor máximo : 380 (más de 6 horas)
   Valor promedio : 104
   Suma : 3 227 (más de 53 horas)
   Desviación estandar (Ecart-type) : 98.53

8. **Acción tomada :** atributo nominal con 9 modalidades que corresponde a la acción tomada luego de la constatación de un problema de tráfico. Los operadores de campo informan en caso de problema a la entidad responsable de resolver la perturbación (Policía, Obras Públicas, a la EMAAP-Q). Tenemos 26 perturbaciones para las cuales no se tiene información en cuanto a la acción tomada.

NOMBRE DE LA RELACION

Congestión punto

Nombre completo de la relación :

Congestión vehicular en intersecciones en las horas pico

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

La relación muestra las intersecciones conflictivas en donde suelen acontecer embotellamientos de tráfico (con colas de vehículos mayores a 100 m en promedio) en las horas pico es decir entre las 7:30 AM – 9:00 AM y las 17:30 – 19:30. Nota : la longitud de las colas cambian de sentido en función de la hora y las congestiones aparecen a horas diferentes en función de los sectores de la ciudad. Se nota que el Centro Norte esta sustancialmente propenso a congestiones.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 44

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos
   - La relación contiene la ubicación de las intersecciones congestionadas por el tráfico en las horas pico. Esa cartografía corresponde a lugares regularmente congestionados. No se consideraron las congestiones momentáneas debidas por ejemplo a obras en las vías. Se hizo en base a datos proporcionados por la Unidad de Gerenciamiento de Tráfico de la UPGT – MDMQ. Los puntos críticos corresponden a observaciones de los años 2000 y

2001. Esa ubicación proviene de un archivo de formato DWG « Ptonegro.dwg » entregado por la UPGT.
- Se digitalizó en Savedit en base al fondo manzanero del año 1993 al 1/2 000.

2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos
   - Las calificaciones corresponden a las nomenclaturas de calle y a la toponmía local utilizada por el Municipio.

Fecha de integración : Febrero del 2002
Fecha de datos : 2000 y 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (ubicación de los puntos congestionados). En este caso, de 1 en adelante (clave nominal única aleatoria) hasta 44
2. **sector :** atributo nominal que indica el nombre del sector (generalmente nombre de la zona o del barrio) como por ejemplo « El Rosario » o « La Y » etc…
3. **calle principal :** atributo nominal que indica el nombre de la calle principal congestionada
4. **intersección :** atributo nominal que indica el nombre de la calle secundaria congestionada (calle intersecante con la primera)

NOMBRE DE LA RELACION

Congestión tramo

Nombre completo de la relación :

Congestión vehicular en tramos viales en las horas pico

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

La relación muestra los tramos viales conflictivos en donde suelen acontecer embotellamientos de tráfico (con colas de vehículos mayores a 200 m en promedio) en las horas pico es decir entre las 7:30 AM – 9:00 AM y las 17:30 – 19:30. Nota : la longitud de las colas cambian de sentido en función de la hora y las congestiones aparecen a horas diferentes en función de los sectores de la ciudad. Entre los sectores los más críticos se consta Los Túneles, la Av. Patria, La Av. *Pichincha* (Marin), el sector de El Trébol, las Naciones Unidas y La Av. Eloy Alfaro (Redondel de Los Granados).

Tipo de relación

1. localizada
2. zonal

Número de objetos en la relación : 27

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos
   - La relación contiene la ubicación de tramos viales congestionados por el tráfico enlas horas pico. Esa cartografía corresponde a lugares regularmente congestionados. No se consideraron las congestiones momentáneas debidas por ejemplo a obras en las vías. Se hizo en base a datos proporcionados por la Unidad de Gerenciamiento de Tráfico de la UPGT – MDMQ. Los tramos críticos corresponden a observaciones de los años 2000 y 2001. Esa ubicación proviene de un archivo de formato DWG « Congest. Tráfico-Longitudes de Cola.dwg » entregado por la UPGT.
   - Se digitalizó en Savedit en base al fondo manzanero del año 1993 al 1/2 000.

5. 2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   - Las calificaciones corresponden a las nomenclaturas de calle y a la toponmía local utilizada por el Municipio.

Fecha de integración : Febrero del 2002
Fecha de datos : 2000 y 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. clave : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (ubicación de los puntos congestionados). En este caso, de 1 en adelante (clave nominal única aleatoria) hasta 26
2. sector : atributo nominal que indica el nombre del sector (generalmente nombre de la zona o del barrio) como por ejemplo « El Rosario » o « La Y » etc…
3. calle principal : atributo nominal que indica el nombre de la calle principal congestionada

---

NOMBRE DE LA RELACION

Crecimiento 2000

Nombre completo de la relación :

Limites de la agglomeración de Quito en el año 2000

Modo de constitución de la relación :

Esa relación corresponde a los límites exteriores de la relación “Sectoreconomico” de la base “InfoQuito” (Véase los metadatos referentes). Fue recuperada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”. Se la integró a la base “Mobilite” para realizar el mapa de crecimiento urbano actualizado al 2000 (combinación de 3 relaciones, que son “Crecimiento”, “Cabeceras suburb” y “Crecimiento 2000”).

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a la extensión del Quito Metropolitano en el año 2000. Sin embargo en las partes suburbanas cabe notar que las densidades urbanas son mucho menores que las de la ciudad consolidada de Quito.

Tipo de relación

1. localizada
2. zonal

Número de objetos en la relación : 2

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos

   - La digitalización de los limites de la extensión urbana al 2000 se hizo en el año 2000 por un colaborador del proyecto "SIG y Riesgos en el DMQ" (Alex Tupiza) que hizo un trabajo acerca de una tipología y del precio de los sectores socioeconómicos del Quito Metropolitano. (Véase los metadatos referentes).

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   /

Fecha de integración : 2001
Fecha de los datos : 2000

Responsable de la recopilación de datos : Alex Tupiza

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave**: atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (límite o perímetro de la Ciudad de Quito y de su agglomeración en el 2000) sin lógica particular de 1 a 2. El 1 corresponde a la parte suburbana de Quito Metropolitano y el 2 a la ciudad de Quito stricto sensu.
2. **urbano/suburbano** : atributo nominal con dos modalidades correspondientes al sector geográfico, sea la Ciudad de Quito stricto sensu ("urbano") o su agglomeración ("suburbano")

NOMBRE DE LA RELACION

Cruce vías-ríos

Nombre completo de la relación :

Corresponde a las intersecciones espaciales entre la red hidrográfica de los valles orientales (*Los Chillos* y Tumbaco-Cumbayá) con la red vial.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a las intersecciones territoriales entre la red vial y la red hidrográfica dentro del DMQ. Este trabajo ha sido realizado en el marco de la preparación del COE (Comité de Operación para las Emergencias) en caso de erupción del volcán Cotopaxi (principios del 2002). En algunos casos puede ser puentes, en otros simples rellenos con el río entubado debajo de la vía.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Nùmero de objetos en la relación : 148

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Se digitalizó la ubicación de esas intersecciones en Savedit con la red hidrográfica al 1/50 000 y la red vial al 1/50 000 desplegadas como referencia. Se trata de la relaciones “Rio secund DMQ” y “Red vial DMQ”.

Fecha de integración : Marzo del 2002
Fecha de los datos : marzo del 2002

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. clave: atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (intersección).

NOMBRE DE LA RELACION

EEQ Medidores

Nombre completo de la relación :

Ubicación parcial de los medidores de electricidad de la Empresa Eléctrica de Quito al nivel del DMQ

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

Esta relación contiene la ubicación por coordenadas geográficas de cada medidor de electricidad correspondiente a la zona de concesión de la EEQ (es decir desde Baeza hasta Los Bancos incluyendo todo el DMQ). Para cada medidor se tiene el tipo de contrato (residencial, asistencia social, entidad oficial, industrial, comercial). Nota : en la zona correspondiente a la ciudad de Quito stricto sensu, la georeferenciación de los medidores es casi exhaustiva. En los barrios urbanos periféricos en proceso de urbanización puede ser que faltan la ubicación de parte de los medidores (unos 10 % faltan todavía). De igual manera en las parroquias suburbanas, el registro geográfico de los medidores es incompleto (unos 30 % faltan todavía). Se integró esa relación en el sentido de que, hasta la fecha (Noviembre del 2001), es la forma la más precisa de llegar a estimaciones de población por manzana (a cada medidor tipo residencial se le asigna un número de habitante, partiendo del postulado de que un medidor tipo residencial corresponde a una unidad de hogar con 3 ó 4 personas en función de los sectores). De igual manera en base a esos datos, se puede calcular, que sea por manzana o por malla, el uso del suelo predominante.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 485 114

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos

   - La relación contiene la ubicación de cada medidor de electricidad. Esa información fue entregada por la Empresa Eléctrica de Quito (Ing. Mario Albuja y Ing. Angel Yangarí). El archivo original es una archivo Access "Tarifa_BDTDC_2.mdb" que contiene la información siguiente: un código de identificación de cada medidor (de 1 a 485 114), un campo que corresponde a la abscisa (X) de cada medidor, un campo que corresponde a la ordenada (Y) de cada medidor y en fin, un campo de categoría de contrato (residencial, asistencia social, entidad oficial, industrial, comercial).
   - Se integró directamente este archivo de coordenadas en Savedit con la clave de integración que era el código de identificación de cada medidor (de 1 a 485 114).
   - La precisión es de unos 50 a 60 cm en la parte consolidada de Quito y de 1 metros ó 1,5 m en las partes suburbanas. El proceso de georeferenciación empezó en 1997-98.

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   - La cuantificación proviene del mismo archivo Access "Tarifa_BDTDC_2.mdb" y corresponde al último campo, o sea el campo de categoría de contrato (residencial, asistencia social, entidad oficial, industrial, comercial). Nota : se distingue 3 tipos de medidores residenciales : los medidores cuyo consumo promedio mensual calculado sobre un período de 12 meses (de Junio del 2000 a Junio del 2001) está comprendido entre 0 y 120 KW/hora mensuales, los que están comprendidos entre 120 y 400 KW/hora mensuales, y los que superan 400 KW/hora mensuales. El primer tipo puede asimilarse a residencial popular, el segundo a residencial de clase media, y el tercero a residencial de clase adinerada (con equipos electrodomésticos).

Fecha de integración : Octubre del 2001
Fecha de datos : Junio del 2000 a Junio del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Nury Bermúdez, Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio" (medidor EEQ). Se les dio un código de 1 a 485 114.
2. **tipo contrato :** atributo nominal con 7 modalidades que indica el tipo de contrato de cada medidor (tipo de abonados).

   "asistencia socia" : para medidores de establecimientos en los cuales se desarrollan actividades en el ámbito de la asistencia social tales como los huerfanatos o los albergues... (tienen tarifas preferenciales). Se incorporan a esa tarifa también los contratos de sectores en proceso de urbanización o de conformación, es decir en los barrios en los cuales el consumo es todavía muy bajo (algunos focos).
   "comercial" : para los locales y establecimientos a vocación comercial tales como las tiendas, las boutiques, los almancenes, las empresas de servicio, las oficinas (tarifa mayor a los residenciales).

“entidad oficial” : para los establecimientos e oficinas públicas (ministerios, dependencias municipales, Policía, Bomberos, Instalaciones deportivas tales como los Estadios.....)
“industrial” : para los establecimientos a vocación industrial (tarifa la más elevada). Incluye no solo los establecimientos industriales propiamente dichos (fábrica, talleres automecánicos..) sino también los establecimientos agricolas que necesitan mayor potencia por el uso de máquinarias eléctricas.
“resid < 120 KW/h” : para los hogares, las viviendas residenciales cuyo consumo promedio mensual calculado sobre un período de 12 meses (de Junio del 2000 a Junio del 2001) está comprendido entre 0 y 120 KW/hora mensuales
“res[120-400[KW/h” : para los hogares, las viviendas residenciales cuyo consumo promedio mensual calculado sobre un período de 12 meses (de Junio del 2000 a Junio del 2001) está comprendido entre 120 y 400 KW/hora mensuales
“resid > 400KW/h” : para los hogares, las viviendas residenciales cuyo consumo promedio mensual calculado sobre un período de 12 meses (de Junio del 2000 a Junio del 2001) supera 400 KW/hora mensuales.

NOMBRE DE LA RELACION

Fondo Vial DMQ

Nombre completo de la relación :

Vías principales existentes contenidas en el mapa del Plan General de Desarrollo Territorial del Distrito Metropolitano del 2001 (PGDT ex-POT / Plan de Ordenamiento territorial) al nivel del Distrito.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a las vías principales actuales contenidas en el mapa del Plan General de Desarrollo Territorial (PGDT) del Distrito Metropolitano del 2001 un poco corregidas. Se representó de una manera general las vías estructurantes del distrito es decir las vías metropolitanas de mayor interés :

- Vías de acceso a la ciudad. Se trata de la Panamericana al Sur, la Autopista Córdova Galarza y la Panamericana al Norte y Noreste de la ciudad. Esas vías son anchas, son transitadas por un carga de vehículos elevada y permiten la conexión con las otras provincias mediante la red vial nacional.
- Vías periféricas. Se trata de la Nueva Occidental, la Mariscal Sucre, la Nueva Oriental, la Avenida Moran Valverde y la Avenida Eloy Alfaro (tramo Norte). Esas vías son anchas, transitadas por un carga de vehículos elevada y permiten circunvalar la ciudad y desplazarse rápidamente de una extremidad de la ciudad a otra. Son conectadas con las vías de acceso a la ciudad. Se trata también de la vía provincial perimetral, la que circunvala el distrito por el Este.
- Vías de conexión al interior del área metropolitana, es decir que conectan la ciudad con los sectores suburbanos o los dos valles entre sí. Se trata respectivamente de la Autopista Rumiñahui y de la Interoceánica a partir del intercambiador de Cumbayá. Esas vías son anchas, son transitadas por un carga de vehículos elevada y soporta los movimientos pendulares cotidianos centro/periferia. Se trata también de las dos vías denominadas “Intevalles” entre Tumabo y Los Chilllos al Este y al Oeste del cerro Ilaló. También permiten la conexión con la red nacional (hacia el Oriente y hacia el Sur).
- Vías penetrantes. Se trata de las Avenida Galo Plaza Lasso, 10 de Agosto al Norte y Maldonado al Sur. Esas vías son anchas, son transitadas por un carga de vehículos elevada y permiten acceder a la zona centro. A lo largo de su recorrido se encuentran muchos pasos a desnivel que redistribuyen el tráfico al interior de la ciudad. Son conectadas con las vías periféricas (Intercambiador de Carcelén al Norte y Intercambiador de la Plywood al Sur).
- Vías que permiten el acceso a las cabeceras parroquiales suburbanas (Nayón, Lloa, Puembo, Pintag...)

Tipo de relación

1.localizada
2.linear

Nùmero de objetos en la relación : 114

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.
   - Esa relación ha sido creada a partir del mapa de la red vial principal realizada dentro del marco del PGDT por la DMTV. Este archivo inicial se hizo en Microstation "vias-dmq.dgn" en base a la cartografía al 1/5 000. Luego se exportó las vías principales y las carreteras nacionales a ArcView (shape file) y luego a Savedit.
   - La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000. Se procedió a una serie de modificaciones (correcciones de algunos trazados, digitalización de nuevos tramos viales importantes en particular en las partes suburbanas...)

Fecha de integración : noviembre del 2001
Fecha de los datos : primer semestre del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (tramo vial). Inicialmente, el mapa de Microstation tenía un número mayor de tramos. Luego, se procedió a una limpieza, es decir se eliminaron algunos tramos, se unieron otros y se digitalizó nuevos tramos viales importantes. Se corregió los trazados mal digitalizados (ejemplo de la vía a Nono). Al final quedan 114 tramos pero las claves no son contiguas por la distintas etapas de la edición.

NOMBRE DE LA RELACION

Fondo Vial Quito

Nombre completo de la relación :

Vías principales existentes contenidas en el mapa del Plan General de Desarrollo Territorial del Distrito Metropolitano del 2001 (PGDT ex-POT / Plan de Ordenamiento territorial) para la ciudad de Quito.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a las vías principales actuales clasificadas por categoría contenidas en el mapa del Plan General de Desarrollo Territorial (PGDT) del Distrito Metropolitano del 2001 un poco corregidas. Se representó de una manera general las vías urbanas estructurantes es decir las vías de mayor interés al interior de la ciudad de Quito estricto sensu:

- Las vías de acceso a la ciudad. Se trata de la Panamericana al Sur, la Autopista Córdova Galarza y la Panamericana al Norte y Noreste de la ciudad. Esas vías son anchas, son transitadas por un carga de vehículos elevada y permiten la conexión con las otras provincias mediante la red vial nacional.
- las vías periféricas. Se trata de la Nueva Occidental, la Mariscal Sucre, la Nueva Oriental, la Avenida Moran Valverde y la Avenida Eloy Alfaro (tramo Norte). Esas vías son anchas, transitadas por un carga de vehículos elevada y permiten circunvalar la ciudad y desplazarse rápidamente de una extremidad de la ciudad a otra. Son conectadas con las vías de acceso a la ciudad.
- Las vías de conexión con los sectores suburbanos circundantes. Se trata de la Autopista Rumiñahui y de la Interoceánica a partir del intercambiador de Cumbayá. Esas vías son anchas, son transitadas por un carga de vehículos elevada y soporta los movimientos pendulares cotidianos centro/periferia. También permiten la conexión con la red nacional (hacia el Oriente y hacia el Sur).
- Las vías penetrantes. Se trata de las Avenida Galo Plaza Lasso, 10 de Agosto al Norte y Maldonado al Sur. Esas vías son anchas, son transitadas por un carga de vehículos elevada y permiten acceder a la zona centro. A lo largo de su recorrido se encuentran muchos pasos a desnivel que redistribuyen el tráfico al interior de la ciudad. Son conectadas con las vías periféricas (Intercambiador de Carcelén al Norte y Intercambiador de la Plywood al Sur)
- Las vías urbanas principales. Son las vías que corresponden a los siguientes criterios : asfaltada y/o con por lo menos 4 carriles y/o que permiten el acceso a una urbanización o a una sector de la ciudad y/o que corresponden a los corredores principales de transporte público.

Tipo de relación

1.localizada
2.linear

Nùmero de objetos en la relación : 237

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos
   - Esa relación ha sido creada a partir del mapa de la red vial principal realizada dentro del marco del PGDT por la DMTV. Este archivo inicial se hizo en Microstation “vias-dmq.dgn”. Luego se exportó únicamente la parte de la ciudad de Quito stricto sensu a ArcView (shape file) y luego a Savedit.
   - Este mapa se hizo en base a la cartografía al 1/5 000. Se puede considerar en lo que se refiere a vías principales existentes como la información la más actualizada hasta la fecha (octubre del 2001). Inicialmente, en el archivo Microstation había un número mayor de categoría de vías (principales o arteriales, principales o arteriales en proyecto, colectoras suburbanas, colectoras suburbanas en proyecto, secundaria o colectora urbana, secundaria o colectora urbana en proyecto, locales existentes, locales en proyecto, carreteras nacionales, carreteras de segundo orden), pero para el programa de investigación “SIG y Riesgos” no hacía falta tener tantos detalles así que se simplificó la cantidad de categoría de vías como se lo detallará a continuación en la parte relativa a los atributos.
   - La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000. Se procedió a una serie de modificaciones (correcciones de algunos trazados, eliminación de algunos tramos inexistentes, digitalización de nuevos tramos viales importantes en particular en el Sur, recategorización de ciertos tramos...)

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos
   /

Fecha de integración : noviembre del 2001
Fecha de los datos : primer semestre del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave**: Atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (tramo vial por categoría). Inicialmente, el mapa de Microstation tenía un número mayor de tramos. Luego, se procedió a una limpieza, es decir se eliminaron algunos tramos, se unieron otros y se cambiaron algunos de categoría (ejemplo de proyectos considerados como red existente). Se corregió los trazados mal digitalizados (ejemplo de la vía a Nono). Al final quedan para la ciudad de Quito stricto sensu 237 tramos.
2. **clasificación** : atributo nominal con 3 modalidades que corresponden a las categorías de vías simplificadas en relación al archivo inicial de Microstation. Por el límite de 16 carácteres inherente al Savane se tuvo que cortar los nombres. Tenemos entoncés :

   "Col. Urb.y Subur" : las colectoras urbanas y suburbanas son vías que permiten salir/acceder de/a un barrio, de/a una urbanización hacia/desde una vía principal. Esas vías son a cargo del municipio (generalmente de las administraciones zonales)
   "Locales existent" : las locales existentes son vías internas a un sector, a un barrio. Esas vías son a cargo del municipio (generalmente de las administraciones zonales)
   "Princ. o Arteria" : las vías principales o arteriales son los ejes estructurantes que permiten vincular la ciudad con las parroquias suburbanas o que permiten desplazarse rapidamente de una extremidad de la ciudad a la otra.

NOMBRE DE LA RELACION

FondoCiudadQuito

Nombre completo de la relación :

Mapa base de la parte consolidada de Quito

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a una cartografía de referencia que incluye las vías principales, el perfil de las manzanas, algunos establecimientos grandes tales como las escuelas.... establecido al 1/5 000.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 67 164

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

   - Esa relación ha sido creada a partir del mapa que se hizo inicialmente en Microstation "dmq.dgn" (cartografía al 1/5 000 del año 1996-97). Varias instituciones contribuyeron a elaborar esa cartografía básica (DGP-MDMQ, EMAAP-Q, IGM...).

- Se puede considerar en lo que se refiere a fondo base como la información la más actualizada hasta la fecha (octubre del 2001). Inicialmente, en el archivo Microstation había un número mayor de objetos (líneas eléctricas, ríos, canales de riego....) pero para el programa de investigación "SIG y Riesgos" no hacía falta tener tantos detalles así que se guardó únicamente los perfiles de calles, de manzanas para tener un fondo de referencia para la digitalización en las partes suburbanas.
- Se exportó el archivo "dmq-dgn" a ArcView (shape file) y luego a Savedit. La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000. Sin embargo la conversión del formato Microstation "dgn" al formato shapefile "shp" no es óptima así que se pierde parte de la información (polyarcs, multipoints.....). Para no crear un archivo muy pesado se dividió el fondo de origen entre 6. Cada uno de los 6 sectores corresponde a una entidad geográfica bien conocida (Pomasquí – Tumbaco – *Los Chillos*).

Fecha de integración : Abril del 2002
Fecha de los datos : 1996-97

Responsable de la recopilación de datos : Joe Tupiza, Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Joe Tupiza, Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle** : atributo nominal. Se atribuyo a cada objeto un código único.

NOMBRE DE LA RELACION

FondoNuevAeropue

Nombre completo de la relación :

Mapa base de la zona que va desde Nayón-Zámbiza-Calderón al Oeste hasta los poblados de Puembo-El Quinche al Este, incluyendo el sector del futuro aeropuerto.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a una cartografía de referencia que incluye las vías principales, el perfil de las manzanas, algunos establecimientos grandes tales como las escuelas.... establecido al 1/5 000.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 33 047

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

- Esa relación ha sido creada a partir del mapa que se hizo inicialmente en Microstation "dmq.dgn" (cartografía al 1/5 000 del año 1996-97). Varias instituciones contribuyeron a elaborar esa cartografía básica (DGP-MDMQ, EMAAP-Q, IGM...).
- Se puede considerar en lo que se refiere a fondo base como la información la más actualizada hasta la fecha (octubre del 2001). Inicialmente, en el archivo Microstation había un número mayor de objetos (líneas eléctricas, ríos, canales de riego....) pero para el programa de investigación "SIG y Riesgos" no hacía falta tener tantos detalles así que se guardó únicamente los perfiles de calles, de manzanas para tener un fondo de referencia para la digitalización en las partes suburbanas.
- Se exportó el archivo "dmq-dgn" a ArcView (shape file) y luego a Savedit. La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000. Sin embargo la conversión del formato Microstation "dgn" al formato shapefile "shp" no es óptima así que se pierde parte de la información (polyarcs, multipoints.....). Para no crear un archivo muy pesado se dividió el fondo de origen entre 6. Cada uno de los 6 sectores corresponde a una entidad geográfica bien conocida (Pomasquí – Tumbaco – *Los Chillos*...)

Fecha de integración : Julio del 2001
Fecha de los datos : 1996-97

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes
Atributos :

1. **cle** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (trazado, segmento). Son 33 047 objetos así que se dio a cada uno de ellos un código aleatorio de 000001 a 033047 sin lógica particular.

NOMBRE DE LA RELACION

FondoNuevaOrient

Nombre completo de la relación :

Mapa base del sector oriental de la ciudad de Quito (Zona de la Nueva Oriental desde el peaje de la Autopista Rumiñahui al Sur hasta la Av. Los Granados al Norte)

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a una cartografía de referencia que incluye las vías principales, el perfil de las manzanas, algunos establecimientos grandes tales como las escuelas.... establecido al 1/5 000.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 12 507

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.
   - Esa relación ha sido creada a partir del mapa que se hizo inicialmente en Microstation "dmq.dgn" (cartografía al 1/5 000 del año 1996-97). Varias instituciones contribuyeron a elaborar esa cartografía básica (DGP-MDMQ, EMAAP-Q, IGM...).
   - Se puede considerar en lo que se refiere a fondo base como la información la más actualizada hasta la fecha (octubre del 2001). Se integró este fondo porque se requería actualizar el trazado de la Nueva Oriental.
   - Se exportó el archivo "dmq-dgn" a ArcView (shape file) y luego a Savedit. La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000. Sin embargo la conversión del formato Microstation "dgn" al formato shapefile "shp" no es óptima así que se pierde parte de la información (polyarcs, multipoints.....). Para no crear un archivo muy pesado se dividió el fondo de origen entre 6. Cada uno de los 6 sectores corresponde a una entidad geográfica bien conocida (Pomasquí – Tumbaco – *Los Chillos*...)

Fecha de integración : Julio del 2001
Fecha de los datos : 1996-97

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (trazado, segmento). Son 12 507 objetos así que se dio a cada uno de ellos un código aleatorio de 1 a 12 507 sin lógica particular.

NOMBRE DE LA RELACION

FondoPomasquí

Nombre completo de la relación :

Mapa base de los sectores de Pomasquí y San Antonio de *Pichincha* (Mitad del Mundo).

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a una cartografía de referencia que incluye las vías principales, el perfil de las manzanas, algunos establecimientos grandes tales como las escuelas.... establecido al 1/5 000.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 29 301

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.
   - Esa relación ha sido creada a partir del mapa que se hizo inicialmente en Microstation "dmq.dgn" (cartografía al 1/5 000 del año 1996-97). Varias instituciones contribuyeron a elaborar esa cartografía básica (DGP-MDMQ, EMAAP-Q, IGM...).
   - Se puede considerar en lo que se refiere a fondo base como la información la más actualizada hasta la fecha (octubre del 2001). Inicialmente, en el archivo Microstation había un número mayor de objetos (líneas eléctricas, ríos, canales de riego....) pero para el programa de investigación "SIG y Riesgos" no hacía falta tener tantos detalles así que se guardó únicamente los perfiles de calles, de manzanas para tener un fondo de referencia para la digitalización en las partes suburbanas.
   - Se exportó el archivo "dmq-dgn" a ArcView (shape file) y luego a Savedit. La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000. Sin embargo la conversión del formato Microstation "dgn" al formato shapefile "shp" no es óptima así que se pierde parte de la información (polyarcs, multipoints.....). Para no crear un archivo muy pesado se dividió el fondo de origen entre 6. Cada uno de los 6 sectores corresponde a una entidad geográfica bien conocida (Pomasquí – Tumbaco – *Los Chillos*...)

Fecha de integración : Julio del 2001
Fecha de los datos : 1996-97

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (trazado, segmento). Son 29 301 objetos así que se dio a cada uno de ellos un código aleatorio de 000001 a 029301 sin lógica particular.

NOMBRE DE LA RELACION

FondoTumbacoCumb

Nombre completo de la relación :

Mapa base del Valle de Tumbaco - Cumbayá

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a una cartografía de referencia que incluye las vías principales, el perfil de las manzanas, algunos establecimientos grandes tales como las escuelas.... establecido al 1/5 000.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 68 133

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.
   - Esa relación ha sido creada a partir del mapa que se hizo inicialmente en Microstation "dmq.dgn" (cartografía al 1/5 000 del año 1996-97). Varias instituciones contribuyeron a elaborar esa cartografía básica (DGP-MDMQ, EMAAP-Q, IGM...).
   - Se puede considerar en lo que se refiere a fondo base como la información la más actualizada hasta la fecha (octubre del 2001). Inicialmente, en el archivo Microstation había un número mayor de objetos (líneas eléctricas, ríos, canales de riego....) pero para el programa de investigación "SIG y Riesgos" no hacía falta tener tantos detalles así que se guardó únicamente los perfiles de calles, de manzanas para tener un fondo de referencia para la digitalización en las partes suburbanas.
   - Se exportó el archivo "dmq-dgn" a ArcView (shape file) y luego a Savedit. La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000. Sin embargo la conversión del formato Microstation "dgn" al formato shapefile "shp" no es óptima así que se pierde parte de la información (polyarcs, multipoints.....). Para no crear un archivo muy pesado se dividió el fondo de origen entre 6. Cada uno de los 6 sectores corresponde a una entidad geográfica bien conocida (Pomasquí – Tumbaco – *Los Chillos*...)

Fecha de integración : Julio del 2001
Fecha de los datos : 1996-97

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (trazado, segmento). Son 68 133 objetos así que se dio a cada uno de ellos un código aleatorio de 000001 a 068133 sin lógica particular.

NOMBRE DE LA RELACION

FondoValleChillo

Nombre completo de la relación :

Mapa base del Valle de *Los Chillos*

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a una cartografía de referencia que incluye las vías principales, el perfil de las manzanas, algunos establecimientos grandes tales como las escuelas.... establecido al 1/5 000.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 42 977

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.
   - Esa relación ha sido creada a partir del mapa que se hizo inicialmente en Microstation "dmq.dgn" (cartografía al 1/5 000 del año 1996-97). Varias instituciones contribuyeron a elaborar esa cartografía (DGP-MDMQ, EMAAP-Q, IGM...).
   - Se puede considerar en lo que se refiere a fondo base como la información la más actualizada hasta la fecha (octubre del 2001). Inicialmente, en el archivo Microstation había un número mayor de objetos (líneas eléctricas, ríos, canales de riego....) pero para el programa de investigación "SIG y Riesgos" no hacía falta tener tantos detalles así que se guardó únicamente los perfiles de calles, de manzanas para tener un fondo de referencia para la digitalización en las partes suburbanas.
   - Se exportó el archivo "dmq-dgn" a ArcView (shape file) y luego a Savedit. La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000. Sin embargo la conversión del formato Microstation "dgn" al formato shapefile "shp" no es óptima así que se pierde parte de la información (polyarcs, multipoints.....). Para no crear un archivo muy pesado se dividió el fondo de origen entre 6. Cada uno de los 6 sectores corresponde a una entidad geográfica bien conocida (Pomasquí – Tumbaco – *Los Chillos*...)

Fecha de integración : Julio del 2001
Fecha de los datos : 1996-97

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (trazado, segmento). Son 42 977 objetos así que se dio a cada uno de ellos un código aleatorio de 000001 a 042977 sin lógica particular.

NOMBRE DE LA RELACION :

Infraestruc Vial

Nombre completo de la relación :

Principales obras de arte mayor vial - Quito Metropolitano - en el 2001.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Principales obras de arte mayor vial tales como los viaductos, los puentes, los pasos a desnivel, los túneles en la parte urbanizada del Distrito (Quito Metropolitano) en el 2001 construidas para mejorar las condiciones de tráfico.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 145

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Este mapa ha sido digitalizado a partir de fotos aéreas del distrito tomadas por el IGM en el año 1996 (escala aproximada 1/50 000). Se completaron las nuevas obras en base al conocimiento de técnicos del SIIM-DMTV. No se hizo recorridos de campo. La digitalización fue realizada en Savedit en base al fondo de referencia del distrito a 1/5 000.

2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    - La información referente al tipo de infraestructura ha sido recopilada a partir de varias fuentes : entrevistas a técnicos del SIIM-DMTV (quienes conocen bien el campo par haberlo recorrido frecuentemente), fotos (se ven por ejemplo muy bien los intercambiadores desde el cielo) y utilizando también el mapa de la red hidrográfica (para ubicar los puentes).

Fecha de integración : Junio del 2001
Fecha de los datos : primer semestre del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes (digitalización inicialmente efectuada por Fernando Calderón....)

Atributos :

1. **Clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (obra de arte mayo vial) sin lógica particular.
2. **tipo :** atributo nominal con 9 modalidades:

"Intercambiador": obras de arte mayor generalmente de gran tamaño que permiten vincular varias vías entre si y repartir el tráfico en todas las direcciones.
"Paso 2 niveles" : paso a desnivel con dos niveles (una vía en cima de la otra sin intersección)
"Paso 3 niveles" ; paso a desnivel con tres niveles (sin intersección). Generalmente se compone de un paso deprimido, de una vía al nivel de la calzada, y de un paso elevado).
"Peaje" : caseta de cobro correspondiente al inicio de un tramo vial concesionado (ej : Autopista Rumiñahui)
"Puente": permite vincular dos orillas pasando en cima de un río (quebrada).
"Redondel": obra hacia la cual pueden llegar de 3 a 6 vías. Permite descongestionar el tráfico hasta una cierta capacidad que no es muy alta. Presenta la ventaja de ser poco costoso.
"Túnel Entrada": como los túneles no se pueden representar por un punto (ya que son a veces largos), se digitalizó para cada túnel dos puntos, el de entrada y el de salida.
"Túnel Salida" : como los túneles no se pueden representar por un punto (ya que son a veces largos), se digitalizó para cada túnel dos puntos, el de entrada y el de salida.
"Viaducto": vía elevada que puede ser bastante larga (varios kilómetros) que permite circular encima de un sector o en una vertiente empinada (ej: antes de llegar al trébol bajando de la Marín).

NOMBRE DE LA RELACION :

InundaciónEMAAP

Nombre completo de la relación :

Ubicación y extensión de los sectores inundados por insuficiencia de colectores de alcantarillado de la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable en la ciudad de Quito stricto sensu.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Esa relación corresponde a la ubicación y extensión de los sectores ciclicamente inundados por insuficiencia de colectores de alcantarillado de la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable. En la ciudad de Quito, el drenaje natural ha sido notablemente modificado mediante rellenos y canalizaciones. Por eso el exceso de agua luego de fuertes aguaceros tiene problemas para evacuarse ya que la sección de las tuberias que colectan las aguas son generalmente demasiado pequeñas o obstruidas por falta de limpieza. Como en muchos medios urbanizados, el fenómeno de escurrimiento tiene una propensión a aumentar correlativamente a la impermeabilización de las superficies (pavimentación de parqueaderos, de vías, construcciones de edificios...). Por lo tanto esos sectores de inundación pasada corresponden a sectores de inundación futura probable (potencial) si no se mejora los colectores o si no se sistematiza la limpieza y mantenimiento.

Tipo de relación

1. localizada
2. zonal

Número de objetos en la relación : 41

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

   - Este mapa corresponde a un mapa incial AutoCad "Inundacion.dwg" realizado en base al fondo manzanero del año 1993 al 1/2 000 por la EMAAP-Q.
   - La integración del archivo original AutoCad "Inundacion.dwg" fue realizada en Savedit sin modificación y se mantuvo así la precisión del archivo de origen.

2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos
   /

Fecha de integración : Julio del 2001
Fecha de los datos : 2000 (fecha de elaboración del mapa incial)

Responsable de la recopilación de datos : Nury Bermúdez, Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Joe Tupiza, Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave :** atributo nominal (de 1 a 41) que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (zona de inundación ocurrida).

NOMBRE DE LA RELACION :

líneas bus 2002

Nombre completo de la relación :

Rutas de buses urbanos, interparroquiales registradas en la EMSAT en el año 2002 e intercantonales.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Se refiere al recorrido ida y vuelta de cada ruta de buses urbanos, interparroquiales e intercantonales registrados en la Empresa Metropolitana de Servicio y Administración del Transporte en el año 2002.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Número de objetos en la relación : 354 (177 líneas ida y vuelta)

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

   - Este mapa ha sido digitalizado en base a planos AutoCad entregado por la EMSAT que corresponden a los recorridos a grosso modo de las rutas urbanas registradas en la EMSAT. Los datos son del año 2002. Sin embargo, el registro de la EMSAT está parcialmente incompleto, es decir se aumentaron las rutas interparroquiales e intercantonales (Valle de Sangolquí) que se consiguieron con observaciones de campo y recopilando datos en la Dirección Metropolitana de Transporte.

   - La digitalización fue realizada en Savedit con un fondo de referencia que es la red vial de Quito (relación Red Vial Quito" de la base "mobilite".

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   - La información referente al código de la EMSAT proviene de los mismos planos entregados por la EMSAT (cada ruta digitalizada en AutoCad tenía en simbología un código). El nombre de las rutas también fue proporcionado por la EMSAT (archivo Excel). Cada ruta tiene un código que se encuentra también en los planos AutoCad.

   - Se digitalizaron los recorridos ida y vuelta, pero se asignaron datos únicamente al recorrido ida para no duplicar los datos. Para tener la información de un recorrido "regreso" de una línea, hay que revisar el código de la ruta ida que acaba con una "i".

Fecha de integración : Agosto del 2002
Fecha de los datos : primer semestre del 2002

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes (digitalización efectuada por Miriam Duque)

Atributos :

1. **clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (ruta de bus). La clave corresponde al código de identificación de cada línea registrada en la EMSAT. Para los recorridos "ida" se añadió al código el sufijo "i". En cambio para los recorridos "regreso" se añadió el sufijo "r". Para las rutas interparroquiales e intercantonales no se tenía código así que se creó una numeración a partir de 300.
2. **código_EMSAT :** atributo nominal que corresponde al código de cada operadora de bus que opera en una ruta dada. A veces (pero no siempre) éste código aparece también pintado sobre los buses. Una operadora puede tener el permiso de operación para varias rutas o líneas.
3. **tipo:** atributo nominal que tiene 3 modalidades urbano / interparroquial / intercantonal (este último tipo de transporte está a cargo del Consejo Provincial).
4. **sentido :** atributo nominal que contiene dos modalidades que corresponden al sentido de circulación o sea "Ida" y "Regreso".
5. **ruta :** Generalmente las rutas están definidas con dos nombres: el nombre del barrio o sector de inicio del recorrido (despacho) y el nombre del barrio correspondiente al terminal de la línea. Por las limitaciones del Savane referente al límite de 16 carácteres, se pusieron los nombres de las rutas en los metadatos (Véase el siguiente párrafo).

LISTADO DE LAS RUTAS (NOMBRES)

clave	RUTA
001a-i	VILLAFLORA JIPIJAPA PALMERAS
002a-i	COLON-CAMAL (LA CLEMENCIA)
002b-i	COLON-CAMAL
003a-i	COLINAS DEL NORTE-COMITÉ DEL PUEBLO 2
003b-i	BATAN COLMENA-SANTA LUCIA
004a-i	SAN PABLO VICENTINA
004b-i	VICENTINA VILLA FLORA EL CALZADO
005i	ALTAMIRA-CIMA DE LA LIBERTAD
006i	SAN JUAN-QUITO SUR
008i	TOLA EL PINTADO
009a-i	CIUDADELA ALEGRIA-PARLAMENTO
009b-i	MARIN-HOSPITAL DEL SUR
010a-i	MIRAFLORES SAN BARTOLO-ARGELIA ALTA
010c-i	MIRAFLORES SAN BARTOLO-TREBOLES DEL SUR
012a-i	PLYWOOD-UNIVERSIDAD CENTRAL
012b-i	UNIVERSIDAD CENTRAL PUEBLO UNIDO
012c-i	QUITUS COLONIAL-UNIVERSIDAD CENTRAL
013i	BELLAVISTA FORRESTAL JARRIN
014i	VILLAFLORA SAN MARTIN DE PORRES
015i	SANTA RITA-EL GIRON UNIVERSIDAD CENTRAL
016a-i	HOSPITAL MILITAR EL GIRON DE CHILLOGALLO
016b-i	HOSPITAL MILITAR TUNELES CHILLOGALLO
017i	MENA DOS-UNIVERSIDAD CENTRAL
018i	MARIN-SAN LUIS DE CHILLOGALLO

019i	CAMAL -LA GASCA
020i	MONTESERRIN LAURELES-MARIN
021i	GUAPULO HOSPITAL DEL SUR
022i	COMITÉ DEL PUEBLO-6 DE DICIEMBRE
024a-i	MARIN-REINO DE QUITO
024b-i	PUSUQUI PARLAMENTO
025i	CAMAL-HIPODROMO
026i	MARIN-LAS CUADRAS
027i	24 DE MAYO-CHILLOGALLO
028i	UNIVERSIDAD CENTRAL CAUPICHO
029i	MARIN-CIUDADELA IBARRA
030i	SANTA PRISCA-OFELIA
032i	SANTA ROSA MARIN EL DORADO
033a-i	MARIN-HEROES DE PAQUISHA
033b-i	MARIN-EL ROCIO
034i	LAS CASAS NUEVA AURORA
035i	LA BOTA EL CONGRESO
036i	LA GASCA-BARRIONUEVO
037i	FERROVIARIA HOSPITAL DEL SUR
038i	SAN ROQUE TURUBAMBA GUAMANI
039i	HOSPITAL MILITAR FUNDEPORTE DE CHILLOGALLO
040i	UNIVERSIDAD CENTRAL MONJAS
042i	PLAZA GRANDE-MERCADO MAYORISTA
044a-i	SAN ROQUE ECUATORIANA CAMAL METROPOLITANO
044b-i	SAN FRANCISCO-ECUATORIANA
045i	ITCHIMBIA OBRERO INDEPENDIENTE
046i	SAN ROQUE CUTULAGUA
047i	MENA DOS-TARQUI MARIN
050i	MARIN-CIUDADELA DEL EJERCITO
052i	SANTO DOMINGO FERROVIARIA
055i	MARIN-FUNDEPORTE CHILLOGALLO
056i	MARIN-SIMON BOLIVAR
057i	ESTADIO OLIMPICO-LA DOLOROSA
058i	CHILLOGALLO -MARIANA DE JESUS
059i	MARIN-CHILLOGALLO
060i	ESTADIO OLIMPICO-SANTA RITA
062i	CARCELEN GALO PLAZA-SANTA PRISCA
063i	EL INCA-JIPIJAPA CONGRESO
064a-i	COCHAPAMBA-DON BOSCO
064b-i	COCHAPAMBA SUR-DON BOSCO
065i	CARCELEN COTOCOLLAO-PARLAMENTO
066i	SAN VICENTE TERMINAL TERRESTRE
067a-i	VICENTINA SAN FRANCISCO DE ASIS UTAG
067b-i	VICENTINA SAN FRANCISCO DE ASIS
068i	MARIN-CHILLOGALLO
069i	CARAPUNGO-SAN BLAS
070a-i	CARAPUNGO PLAZA DEL TEATRO
070b-i	GASPAR DE VILLAROEL-CARAPUNGO
071i	CONDADO PARLAMENTO
072b-i	POMASQUI PROGRESO
074a-i	COTOCOLLAO CONGRESO
074b-i	MIRAFLORES PARTIDERO DE TUMBACO
075i	UNIVERSIDAD CENTRAL VICTORIA ALTA

076i	UNIVERSIDAD CENTRAL CUTUGALGUA LA JOYA
077i	MARIN-BEATERIO
078b-i	MARIN-GUAMANI ALTO
079a-i	COLINAS DEL NORTE-AMERICA DORADO
079b-i	CONGRESO PLANADA-COMITÉ DEL PUEBLO
080i	PLANADA-MARIN
081i	ROLDOS-MARIN
083a-i	SAN JOSE DE MONJAS EUGENIO ESPEJO
083b-i	SAN JOSE DE MONJAS EUGENIO ESPEJO
085i	HOSPITAL METROPOLITANO ORQUIDEAS
086a-i	ATUCUCHO EL TRIUNFO DOS PUENTES
086b-i	ATUCUCHO EL TRIUNFO EL CHURO
086i	JAIME ROLDOS-DOS PUENTES
087i	MENA DEL HIERRO LA VICENTINA
088i	SAN ROQUE TEJAR ESTADIO DE LA LIGA
091b-i	UTE-CAMAL LA BATEA
093i	MARIN BUENOS AIRES
094i	MARIN-AMAGASI
095i	NAYON-TREBOL
096i	EDEN-SAN PABLO
099i	SAN JOSE DE MORAN-PARLAMENTO
101i	AGUA CLARA-RUMIÑAHUI
102i	LA OFELIA-MARIN
103i	MARIN-LA LUZ
104i	SAN CARLOS-MARIN
106i	COTOCOLLAO ESTADIO OLIMPICO-MARIN
107i	SANTA ANITA-SAN JOSE JARRIN TEJAR
108i	CALIFORNIA KENNEDY-MARIN
109a-i	CHORRERA-COLEGIO MEJIA
109b-i	TOCTIUCO COLEGIO MEJIA
110i	EL BOSQUE-DON BOSCO
112i	MARIN-CHILLOGALLO MARTHA BUCARAM
113i	MARIN-CARCELEN ALTO
115i	DOS PUENTES-MENA DOS
116i	REGISTRO CIVIL-SANGABRIEL
117i	SAN JUAN BASILICA-PLAZA DEL TEATRO
118i	6 DE JULIO-DON BOSCO
119i	MARIN-COMITÉ DEL PUEBLO (ZONA 11)
120i	MARIN-CARAPUNGO
121i	MARIN-SOLANDA
123i	SAN PABLO ESTADIO DEL AUCAS
1245i	UNIVERSIDAD CENTRAL LA ISLA
124i	SOLANDA-UNIVERSIDAD CENTRAL
127i	MARIN-CONDADO
128i	EJIDO HIERVA BUENA-ARGELIA
130a-i	PLAZA ARTIGAS BUENAVENTURA DE CHILLOGALLO
130b-i	PLAZA ARTIGAS LIBERTAD CHILLOGALLO
130c-i	PULIDA EL CHURO ALAMEDA
131i	COMUNA OBRERO INDEPENDIENTE
132i	PRIMAVERA BALCON DEL VALLE
133i	GUAPULO CHILIBULO
134i	AEREOPUERTO-CAMAL
135i	SEMINARIO MAYOR UNION POPULAR

136i	SEMINARIO MAYOR CIUDADELA DEL EJERCITO
137i	MARIN-CAMAL METROPOLITANO
140i	ESTADIO OLIMPICO-SAN FERNANDO
141i	EL ROCIO-NACIONES UNIDAS
143i	ATUCUCHO OFELIA
152i	MARIN-FERROVIARIA ALTA
153i	LA ROLDOS ESTADIO OLIMPICO
154i	MARIN-COLINAS DEL NORTE
2001i	COMITÉ DEL PUEBLO LA Y
2002i	PISULI-COTOCOLLAO
2004i	PISULI-MARIN
2005i	PLANADA-COTOCOLLAO
259i	VILLAFLORA LA JOYA
328i	MARIN -ZAMBIZA
329i	MARIN-NAYÓN
sin-1-i	CARCELEN BAJO-MARIN
sin-2-i	CARCELEN BAJO-SANTA PRISCA
sin-3-i	CARCELEN BASILICA EL CHURO
sin-4-i	CHILIBULO-LAS CASAS
300i	LA Y-CUMBAYA-SAN JUAN
301i	QUITO-CUMBAYA-LUMBISI
302i	QUITO-TUMBACO-LA MORITA
303i	QUITO-TUMBACO-COLLAQUI
304i	QUITO-TUMBACO-EL ARENAL
305i	QUITO-PUEMBO-MANGAHUANTAG
306i	QUITO-PUEMBO-SAN JOSE
307i	QUITO-PIFO
308i	QUITO-YARUQUI
309i	QUITO-EL QUINCHE
310i	QUITO-LA COMUNA-PRIMAVERA
311i	EL QUINCHE-GUAYLLABAMBA-QUITO
312i	GUAYLLABAMBA-QUITO
313i	CALDERÓN-QUITO
314i	TRÉBOL-SANGOLQUÍ-CLUB *LOS CHILLOS*
315i	TRÉBOL-TRIÁNGULO TAMBILLO
316i	TRÉBOL-CONOCOTO
317i	TRÉBOL TRIÁNGULO-CAPELO
318i	TRÉBOL-SANGOLQUÍ
319i	TRÉBOL-SANGOLQUÍ
320i	TRÉBOL-SANGOLQUÍ
321i	MIRAFLORES-MITAD DEL MUNDO
322i	MIRAFLORES-MITAD DEL MUNDO
323i	MIRAFLORES-MITAD DEL MUNDO
324i	MIRAFLORES-MITAD DEL MUNDO
325i	MIRAFLORES-MITAD DEL MUNDO
326i	MIRAFLORES-MITAD DEL MUNDO
327i	MIRAFLORES-MITAD DEL MUNDO

NOMBRE DE LA RELACION :

Líneas de bus 78

Nombre completo de la relación :

Rutas y descripción de las operadoras de transporte de pasajeros urbanos registrados en la JPTP (Jefatura Provincial de Tránisto de *Pichincha*) en el año 1978

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Se refiere al recorrido ida y vuelta de cada ruta de buses urbanos registrados en la JPTP (Jefatura Provincial de Tránisto de *Pichincha*) en el año 1978 que era en esa epoca la ente encargada de otorgar las rutas y la flota autorizada. Además se tiene una breve descripción de las operadoras afectadas a cada ruta. Nota : faltan algunas rutas en especial las que iban a los sectores alejanos o suburbanos tales como Carcelen, Guamaní, Pomasqui, *Los Chillos*, Tumbaco…

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Número de objetos en la relación : 66 (33 líneas ida y vuelta)

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Este mapa ha sido digitalizado en base a un documento del año 1982 intitulado « IRT-FLACSO, 1980-82, Transports collectifs, mobilité et quartiers marginaux à Quito, Dossier d'approche préliminaire / Figueroa O., Henry E., Tarrius A., 1982, Entreprendre une recherche à Quito ». Los datos son del año 1978. El archivo contiene un listado de compañías de transporte con su flota autorizada y un mapa con los recorridos (muy impreciso). Sin embargo, el registro de la JPTP está parcialmente incorrecto, es decir que para algunas rutas la flota autorizada es muy diferente de la flota en circulación estimada a partir de encuestas de campo que se hicieron en el año 1980). De las 38 rutas registradas, 33 fueron digitalizadas. Faltan 5 porque no se sabe con certeza por donde pasaban los buses. El recorrido ha sido reconstituido primero a partir del mapa previamente mencionado y adicionalmente a partir del conocimiento de los Quiteños (es decir que se preguntó a varias personas del municipio si se acordaban por donde pasaban tal bus de tal ruta.)
    - La digitalización fue realizada en Savedit en base al fondo de calles (relación "Red vial Quito"). Para los recorridos ida se añadió al código de la ruta una "i" al final y para los recorridos "regreso" se añadió al código de la ruta una "r" al final. Ejemplo : 2i / 2r. Para las rutas con varios recorridos (como la ruta 1 IÑAQUITO-VILLAFLORA que tiene tres destinos diferentes Andalucía – Kennedy – Jipijapa) se aplicaron letras para diferenciarlas (1a - 1b y 1c)

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    - La información referente a la flota corresponde a la flota autorizada por la JPTP por ruta. Nota: para la rutas múltiples como la ruta 1 IÑAQUITO-VILLAFLORA se dividió la flota entre el número de ruta ya que no se tiene el dato exacto para cada sub-ruta.
    - Se digitalizaron los recorridos ida y vuelta, pero se asignaron datos únicamente al recorrido ida para no duplicar los datos y para no tener cálculos erróneos haciendo sumas o promedios. A los recorridos "regreso" para los atributos numéricos se les puso "valeur inconnue" que significa sin datos y para los atributos nominales se les puso "0". Para tener la información de un recorrido "regreso" de una línea, hay que revisar el código de la ruta ida, por ejemplo 2i.

Fecha de integración : Enero del 2002
Fecha de los datos : 1978-79

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes (digitalización efectuada por Miriam Duque)

Atributos :

1. **Clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (ruta de bus urbano). La clave corresponde al código de identificación de cada línea que estaba registrado en la JPTP. Para los recorridos "ida" se añadió al código el sufijo "i". En cambio para los recorridos "regreso" se añadió el sufijo "r".
2. **Ruta Inicio:** atributo nominal. Generalmente las rutas están definidas con dos nombres: el nombre del barrio o sector de inicio del recorrido (despacho) y el nombre del barrio correspondiente al terminal de la línea. Por las limitaciones del Savane referente al límite de 16 carácteres, se creó dos atributos nominales que corresponden al nombre del sector de inicio y de destino de cada ruta. El atributo **Ruta Inicio** corresponde al nombre del sector de inicio de la ruta.
3. **Ruta Destino:** atributo nominal. Generalmente las rutas están definidas con dos nombres: el nombre del barrio o sector de inicio del recorrido (despacho) y el nombre del barrio correspondiente al terminal de la línea. Por las limitaciones del Savane referente al límite de 16 carácteres, se creó dos atributos nominales que corresponden al nombre del sector de inicio y de destino de cada ruta. El atributo **Ruta Destino** corresponde al nombre del sector de destino de la ruta.
4. **Flota Autorizada**: atributo numérico que corresponde al número total de buses (buses y colectivos) legalmente afectados a cada ruta por la JPTP.

   Unidad utilizada : cantidad de bus
   Valor mínimo : 11
   Valor máximo : 189
   Valor promedio : 43
   Suma : 1 425
   Desviación estandar (Ecart-type) : 31.73

5. **Sentido Recorrid :** atributo nominal que contiene dos modalidades que corresponden al sentido de circulación o sea "Ida" y "Regreso".

NOMBRE DE LA RELACION :

Líneas de bus 98

Nombre completo de la relación :

Rutas y descripción de las operadoras de transporte de pasajeros urbanos e interparroquiales registrados en la UPGT en el año 1998

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Se refiere al recorrido ida y vuelta de cada ruta de buses urbanos e interparroquiales registrados en la Unidad de Planificación y Gestión de Transporte en el año 1998. También incluye cuatro líneas integradas (La Y – El

Recreo ; Cotocollao – Parlamento ; Cotocollao – Terminal Norte/Brasil y Cotocollao – Terminal Norte/Aeropuerto). Además se tiene una breve descripción de las operadoras afectadas a cada ruta.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Número de objetos en la relación : 348 (174 líneas ida y vuelta)

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Este mapa ha sido digitalizado en base a un archivo Excel "Rutas.xls" entregado por la UPGT. Los datos son del año 1998. El archivo contiene un listado de calles por donde se supone que circulan los buses. Sin embargo, el registro de la UPGT está parcialmente incompleto, es decir que para algunos recorridos faltan tramos (no se sabe explicitamente por donde pasa el bus entre tal y tal calle). Además en los barrios periféricos la ausencia de nomenclatura tampoco no permite registrar precisamente las rutas de los buses. Sobre las 185 rutas registradas, solo 174 fueron digitalizadas, por la poca precisión del registro.
    - El archivo también contiene la información siguiente : codigo linea - nombre ruta - resolucion municipal – sentido
    - La digitalización fue realizada en Savedit en función de los nombres de calle contenidos en el archivo Excel "Rutas.xls" con un fondo de referencia que era el plano escaneado de Quito del IGM del 1991 al 1/17 500 que contiene errores de georeferenciación en los margenes. Por eso, puede ser que en las periferias, el trazado de las rutas no este correctamente georeferenciado. Este plano del 1991 no cubre la parte suburbana lo que explica que no se prolongaron las rutas hacia los valles y hacia la mitad del mundo.

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    - La información referente a la flota, la duración del viaje, la frecuencia en las horas pico y la edad promedia de las unidades provienen de otro archivo Excel "Lineas.xls" entregado igual por la UPGT (datos igual del 1998). El código de las líneas es una información que se encuentra en ambos archivos "rutas.xls" y "lineas.xls" lo que permitió unir la base de datos al mapa.
    - Se digitalizaron los recorridos ida y vuelta, pero se asignaron datos únicamente al recorrido ida para no duplicar los datos y para no tener cálculos erróneos haciendo sumas o promedios. A los recorridos "regreso" para los atributos numéricos se les puso "sd" que significa sin datos y para los atributos nominales se les puso "0". Para tener la información de un recorrido "regreso" de una línea, hay que revisar el código de la ruta ida, por ejemplo 005i.

Fecha de integración : Abril del 2001
Fecha de los datos : segundo semestre del 1998

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes (digitalización efectuada por Miriam Duque)

Atributos :

1. **Clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (ruta de bus urbano o interparroquial). La clave corresponde al código de identificación de cada línea registrada en la UPGT, el que aparece pintado sobre los buses. Para los recorridos "ida" se añadió al código el sufijo "i". En cambio para los recorridos "regreso" se añadió el sufijo "r".

2. **ruta_inicio:** atributo nominal. Generalmente las rutas están definidas con dos nombres: el nombre del barrio o sector de inicio del recorrido (despacho) y el nombre del barrio correspondiente al terminal de la línea. Por las limitaciones del Savane referente al límite de 16 carácteres, se creó dos atributos nominales que corresponden al nombre del sector de inicio y de destino de cada ruta. El atributo **ruta_inicio** corresponde al nombre del sector de inicio de la ruta.
3. **ruta_destino:** atributo nominal. Generalmente las rutas están definidas con dos nombres: el nombre del barrio o sector de inicio del recorrido (despacho) y el nombre del barrio correspondiente al terminal de la línea. Por las limitaciones del Savane referente al límite de 16 carácteres, se creó dos atributos nominales que corresponden al nombre del sector de inicio y de destino de cada ruta. El atributo **ruta_destino** corresponde al nombre del sector de destino de la ruta.
4. **sentido_recorrid :** atributo nominal que contiene dos modalidades que corresponden al sentido de circulación o sea "Ida" y "Regreso".
5. **Resolución Munic :** atributo nominal que corresponde a la resolución municipal de operación que define cada ruta (esa resolución proviene del permiso de operación que debe conseguir cada operadora en la UPGT)
6. **código_municipal :** atributo nominal que corresponde al código de cada operadora de bus que opera en una ruta dada. A veces (pero no siempre) éste código aparece también pintado sobre los buses. Una operadora puede tener el permiso de operación para varias rutas o líneas.
7. **Frecuencia** : atributo numérico que corresponde al número de buses que circulan en cada ruta en las horas pico (7:00 – 9:00 / 12:00- 14:00 / 17:00 – 19:00). Ese valor es una estimación calculada en función de la duración de un viaje ida y vuelta y en función de la flota afectada a cada ruta (puede ser que haya sesgos porque no todos los días opera la flota total afectada a cada ruta, como es el caso por ejemplo cuando unidades están en mantenimiento).

   Unidad utilizada : cantidad de bus operando en la línea en horas pico
   Valor mínimo : 2
   Valor máximo : 33
   Valor promedio : 8.68
   Desviación estandar (Ecart-type) : 4.73

8. **Flota**: atributo numérico que corresponde al número total de buses (populares, ejecutivos y selectivos) legalmente afectados a cada ruta por la UPGT.

   Unidad utilizada : cantidad de bus
   Valor mínimo : 5
   Valor máximo : 54
   Valor promedio : 16.57
   Suma : 2884
   Desviación estandar (Ecart-type) : 7.81

9. **tipo de bus:** atributo nominal que tiene 8 modalidades que corresponden a la combinación de los 4 tipos de buses que circulaban en el año 1998. Existían en esa fecha los "Ejecutivos" (Ejecu), los "Selectivos" (Select), los "Populares" (Popu) y los "Integrados" (INTEGRADOS). Se entiende por combinación el hecho de que en una línea puedan operar varios tipos de buses como por ejemplo populares y ejecutivos y en otras ejecutivos y selectivos o únicamente selectivos, etc.... Tenemos así modalidades tales como "Popu – Ejec ; Ejecu – Select..... También tenemos una modalidad "0" que corresponde a los recorridos "regreso" (cf. antes no se duplicaron los datos de cada ruta sino que se les asignó los valores solo para el recorrido "ida"). Los buses "populares" eran aquellos que tenían más de 15 años de operación y máximo 20 años que era y que sigue siendo la vida útil autorizada por la UPGT en el distrito. Luego, venían los "ejecutivos" que debían cumplir entre 5 y 15 años de operación y una serie de características técnicas (68 centimetros de distancia entre los asientos, tener máximo 40 asientos..). Por fin los "selectivos" correspondían a los buses los más nuevos (menos de 5 años) y debían tener dos puertas. Esos requisitos eran verificados por un grupo de personal técnico de la UPGT. La vida útil y la tipología de esas tres primeras categorías de buses son fijadas por la UPGT. En cambio la categoría "Integrados" es determinada por la UOST (Unidad Operadora del Sistema Trolebus). A cada tipo de bus se paga una tarifa diferente. Por los problemas financieros en general y la devaluación inducida del Sucre que acontecieron en los años 1998-99 las tarifas cambiaron muy frecuentemente, sobre todo su conversión al dólar. En Octubre del 1998, la tarifa la más barrata era el Popular (700 sucres o sea 0,12 USD), luego el Ejecutivo (1400 sucres o sea 0,24 USD), luego los Integrados (1500 sucres o sea 0,26 USD) y luego los Selectivos (1800 sucres so sea 0,31 USD). En la actualidad (Octubre

del 2001), existen solo 3 tipos de servicio (Populares 0,14 USD, Especiales 0,20 USD e Integrados 0,20 USD). Véase los metadatos de la relación “Transp Urbano”.

10. **duración_viaje** : atributo numérico que corresponde a la duración de un viaje ida y vuelta

    Unidad utilizada : minutos
    Valor mínimo : 41
    Valor máximo : 200 (o sea 3 horas 20 minutos)
    Valor promedio : 114 (o sea 1 hora 54 minutos)
    Desviación estandar (Ecart-type) : 30.1

NOMBRE DE LA RELACION

Nodos red vial

Nombre completo de la relación :

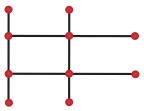
Nodos de la red vial para la ciudad de Quito (intersección de dos tramos)

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”. Esa relación fue creada a partir de la relación linear “Red vial Quito”, es decir que los nodos corresponden a objetos creados a partir de los ejes viales (cada tramo vial está compuesto de dos extremidades o nodos).

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a las extremidades de cada tramo vial. Un tramo vial es un segmento elementario de una vía que está comprendido entre dos otras vías intersecantes, o por lo menos conectado a una vía (en el caso de una vía sin salida). Los nodos son representados en el esquema siguiente con bombitas rojas.



Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 25 185

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos
   - La relación ha sido creada a partir de otra relación de la base Mobilite llamada “Red vial Quito” entregada por la EEQ (cf. Metadatos relación “Red vial Quito”). En Savane, se hizo una operación sobre la relación “Red vial Quito” (Type/discretiser). Esa operación genera nueva relación temporal linear cuyos objetos son las extremidades de las líneas de origen. Luego se exportó esa relación temporal a shapefile y luego se la volvió a integrar en Savedit con una clave nominal aleatoria única.

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

- Al generar una relación puntual a partir de una relación linear se crean dos atributos que son la clave (atributo nominal) de los objetos y el número de ocurrencia (atributo numérico) es decir el número de veces que se duplica el objeto en el espacio. La cuantificación proviene entoncés de este segundo atributo creado.

Fecha de integración : Mayo del 2001
Fecha de datos : inicio del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Nury Bermúdez y Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. clave : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio" (nodo vial). Se les dio un código de 1 a 25 185.

2. duplicado : atributo numérico que corresponde al número de veces que se duplica un objeto (como resultado de la operación "discretiser). Es decir una extremidad de un tramo puede ser también la extremidad de otro tramo, en este caso, el número de "ocurrencia" del objeto es 2. De igual manera si un nodo corresponde a la extremidad de 3 tramos, en este caso el número de ocurrencia (o duplicación) es 3, etc.....

Unidad utilizada : número de ocurrencia o duplicación
Valor mínimo : 1
Valor máximo : 6
Valor promedio : 2.9
Suma : en este caso, no es representativo
Desviación estandar (Ecart-type) : 0.92

NOMBRE DE LA RELACION :

OD actu al 2000

Nombre completo de la relación :

Actualización al mes de mayo del 2000 de la encuesta Origen Destino realizada por la Unidad de Planificación y Gestion de Transporte en noviembre del 1998.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Actualización al mes de mayo del 2000 de la encuesta Origen Destino realizada por la Unidad de Planificación y Gestion de Transporte en noviembre del 1998 (buses urbanos e interparroquiales). Esa actualización incluye también los usuarios del trole y de los buses alimentadores. Corresponde a una estimación de los desplazamientos probables en transporte colectivo en la ciudad de Quito (trabajo realizado por un consultor William de Aquino). Nota : no se volvió a hacer encuestas complementarias, solo se añadieron datos anteriores corregidos con coeficientes para llegar a una evaluación probable de volumenes de pasajeros a la fecha (mayo del 2000).

Tipo de relación

1. localizada
2. zonal

Número de objetos en la relación : 78

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Este mapa ha sido digitalizado a partir de un fondo de sectorización diseñado por la UPGT y que sirvió de universo geográfico para hacer la Encuesta Origen Destino del año 1998. Este fondo está dibujado a mano sobre el mapa del IGM del año 1991 al 1/17 500 y está en formato papel. Este mapa tiene un límite notable : las zonas de referencia son muy grandes y no corresponden a sectores homogéneos en términos de características socio-económicas que permiten definir patrones generales de desplazamiento. En realidad este fondo de mapa corresponde a un primer fondo de sectorización que fue realizado para hacer la primera encuesta OD en el año 1991 por la Unidad de Estudios de Transporte dentro del marco del "proyecto trolebus para la ciudad de Quito". Este primer fondo tenía zonas aún más grandes que fueron divididas en algunos sectores en donde hubo una densificación urbana (Sur de Quito).
    - La digitalización fue realizada en Savedit en base al fondo manzanero del año 1993 al 1/2 000.

2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    - La información proviene de una matriz final OD entregada a la UPGT por William de Aquino, consultor brasilero. Esa matriz OD final es un archivo Excel : "Anexo1C-Matriz Total.xls" y tiene un volumen global de viajes estimado a 1 800 000.

Fecha de integración : Noviembre del 2001
Fecha de los datos : 2000 (mayo)

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes (digitalización de las zonas fueron efectuadas por Miriam Duque del SIIM-DGP)

Atributos :

1. **Clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (sector de referencia) en función del código anotado sobre el fondo de sectorización inicial en formato papel. Tenemos 78 zonas así que las claves están numeradas de 1 a 78..
2. **Nombre :** atributo nominal que corresponde al nombre de la zona de referencia. Incluye varios nombres de barrios.
3. **flujos generados:** atributo numérico que corresponde a la cantidad de viajes probables que se inician a partir de cada zona (volumen diario estimado de pasajeros que salen de cada una de las zonas entre las 6:00 am y las 20:00)

    Unidad utilizada : viajes probables realizado en transporte colectivo (buses urbanos e interparroquiales)
    Valor mínimo : 785
    Valor máximo : 87 850
    Valor promedio : 22 989
    Suma: 1 793 161
    Desviación estandar (Ecart-type) : 19 705

4. **flujos recibidos :** atributo numérico que corresponde a la cantidad de viajes probables que se finalizan en cada zona (volumen diario estimado de pasajeros que llegan a cada una de las zonas entre las 6:00 am y las 20:00)

    Unidad utilizada : viajes realizado en transporte colectivo (buses urbanos e interparroquiales)
    Valor mínimo : 404
    Valor máximo : 105 599 (La Mariscal)
    Valor promedio : 22 989
    Suma: 1 79 3156
    Desviación estandar (Ecart-type) : 23 148
    standar (Ecart-type) : 2.26

NOMBRE DE LA RELACION :

OD Encuesta UPGT

Nombre completo de la relación :

Encuesta Origen Destino realizada por la Unidad de Planificación y Gestion de Transporte

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

La encuesta Origen Destino ha sido realizada en los buses del transporte público (interparroquial y urbano) registrado en la UPGT durante tres días (10, 11, 12 de Noviembre del 1998). La UPGT contrató 3000 colegiales para realizar esa encuesta que trabajaron en turno desde la 6:00 am hasta las 20:00.

Tipo de relación

1. localizada
2. zonal

Número de objetos en la relación : 78

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Este mapa ha sido digitalizado a partir de un fondo de sectorización diseñado por la UPGT y que sirvió de universo geográfico para hacer la Encuesta Origen Destino del año 1998. Este fondo está dibujado a mano sobre el mapa del IGM del año 1991 al 1/17 500 y está en formato papel. Este mapa tiene un límite notable : las zonas de referencia son muy grandes y no corresponden a sectores homogéneos en términos de características socio-económicas que permiten definir patrones generales de desplazamiento. En realidad este fondo de mapa corresponde a un primer fondo de sectorización que fue realizado para hacer la primera encuesta OD en el año 1991 por la Unidad de Estudios de Transporte dentro del marco del "proyecto trolebus para la ciudad de Quito". Este primer fondo tenía zonas aún más grandes que fueron divididas en algunos sectores en donde hubo una densificación urbana (Sur de Quito).
    - La digitalización fue realizada en Savedit en base al fondo manzanero del año 1993 al 1/2 000.

2. Fuentes que sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

- La información referente proviene de los datos recopilado por la UPGT durante la encuesta y que están contenidas en dos archivos Excel " OD Motivos y horas.xls" y "Matriz OD 98". En el primer archivo tenemos volumenes de pasajeros contabilizados entre dos zonas y detallada por hora. En cambio, el archivo "Matriz OD 98" corresponde a la matriz final de Origen y Destino.

Fecha de integración : Noviembre del 2001
Fecha de los datos : 1998-99

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes (digitalización de las zonas fueron efectuadas por Miriam Duque del SIIM-DGP)

Atributos :

1. **Clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (sector de referencia) en función del código anotado sobre el fondo de sectorización inicial en formato papel. Tenemos 78 zonas así que las claves están numeradas de 1 a 78..
2. **Nombre sector :** atributo nominal que corresponde al nombre de la zona de referencia. Incluye varios nombres de barrios.
3. **Flujos Generados:** atributo numérico que corresponde a la cantidad de viajes que se iniciaron a partir de cada zona (volumen diario de pasajeros que salieron de cada una de las zonas entre las 6:00 am y las 20:00)

   Unidad utilizada : viajes realizado en transporte colectivo (buses urbanos e interparroquiales)
   Valor mínimo : 600
   Valor máximo : 64 447
   Valor promedio : 18 050
   Suma: 1 407 909
   Desviación estandar (Ecart-type) : 15 408

4. **Flujos recibidos :** atributo numérico que corresponde a la cantidad de viajes que se finalizaron en cada zona (volumen diario de pasajeros que llegaron a cada una de las zonas entre las 6:00 am y las 20:00)

   Unidad utilizada : viajes realizado en transporte colectivo (buses urbanos e interparroquiales)
   Valor mínimo : 259
   Valor máximo : 80 824
   Valor promedio : 18 053
   Suma: 1 408 170
   Desviación estandar (Ecart-type) : 18 242

5. **fluxemisavt10h :** atributo numérico que corresponde a la cantidad de viajes que se iniciaron a partir de cada zona antes de las 10 de la mañana sin considerar los desplazamientos realizados con motivo "Regreso a Hogar" porque significa que esa gente no vive en las zonas de donde vienen. (volumen de pasajeros que salieron de cada una de las zonas antes de las 10 am sin los viajes realizados con motivo "Regros a Hogar"). Se incorporó este dato porque se quería poner en evidencia las zonas de mayor procedencia de usuarios del transporte colectivo (buses) para los primeros desplazamientos del día (desde el domicilio hasta el trabajo, la escuela....)

   Unidad utilizada : viajes realizado en transporte colectivo (buses urbanos e interparroquiales)
   Valor mínimo : 84
   Valor máximo : 18 786
   Valor promedio : 5 222
   Suma: 407 350
   Desviación estandar (Ecart-type) : 4 411

6. **fluxreçuaprès17h :** atributo numérico que corresponde a la cantidad de viajes que se finalizaron en cada zona después de las 17 pm (volumen de pasajeros que llegaron a cada una de las zonas después de las 17 horas). Se incorporó este dato porque se quería poner en evidencia las zonas de mayor destino de usuarios del transporte colectivo (buses) para los últimos o penúltimos desplazamientos del día en transporte colectivo (desde el trabajo, la escuela hasta el domicilio o hacia las zonas de distracción).

   Unidad utilizada : viajes realizado en transporte colectivo (buses urbanos e interparroquiales)
   Valor mínimo : 0
   Valor máximo : 8 917
   Valor promedio : 1 622
   Suma: 126 526
   Desviación estandar (Ecart-type) : 1 628

7. **% Compras AM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de compras antes del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

   Unidad utilizada : porcentaje
   Valor mínimo : 0
   Valor máximo : 35.68
   Valor promedio : 5.58
   Desviación estandar (Ecart-type) : 6.4

8. **% Distracción AM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de distracción antes del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

   Unidad utilizada : porcentaje
   Valor mínimo : 0
   Valor máximo : 12.34
   Valor promedio : 3.19
   Desviación estandar (Ecart-type) : 2.38

9. **% Estudios AM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de estudios antes del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

   Unidad utilizada : porcentaje
   Valor mínimo : 0
   Valor máximo : 37.7
   Valor promedio : 8.28
   Desviación estandar (Ecart-type) : 6.83

10. **% Otros AM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por otro motivo (es decir que no sea estudios, trabajo, trámite..) antes del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 12.51
    Valor promedio : 5.24
    Desviación estandar (Ecart-type) : 3.1

11. **% Regres Casa AM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo “Regreso al hogar” antes del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 46.16

Valor promedio : 20.05
Desviación estandar (Ecart-type) : 13.05

12. **% Motiv incon AM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas y para los cuales no se sabe el motivo (Motivo desconocido) antes del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 2.78
    Valor promedio : 0.10
    Desviación estandar (Ecart-type) : 0.35

13. **% Trabajo AM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de trabajo antes del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 11.78
    Valor máximo : 84.62
    Valor promedio : 42.72
    Desviación estandar (Ecart-type) : 14.47

14. **% Trámite AM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de trámite antes del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 4.34
    Valor máximo : 30.93
    Valor promedio : 14.81
    Desviación estandar (Ecart-type) : 5.84

15. **% Compras PM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de compras depués del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 29.44
    Valor promedio : 5.15
    Desviación estandar (Ecart-type) : 4.61

16. **% Distracción PM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de distracción depués del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 12.40
    Valor promedio : 3.96
    Desviación estandar (Ecart-type) : 2.65

17. **% Estudios PM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de estudios depués del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 48.45

Valor promedio : 10.42
Desviación estandar (Ecart-type) : 7.57

18. **% Otros PM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por otro motivo (es decir que no sea estudios, trabajo, trámite..) depués del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 27.23
    Valor promedio : 5.60
    Desviación estandar (Ecart-type) : 4.19

19. **% Regres Casa PM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo "Regreso al hogar" depués del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 8.23
    Valor máximo : 85.15
    Valor promedio : 43.44
    Desviación estandar (Ecart-type) : 17.58

20. **% Motiv incon PM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas y para los cuales no se sabe el motivo (Motivo desconocido) depués del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 10.87
    Valor promedio : 0.51
    Desviación estandar (Ecart-type) : 1.30

21. **% Trabajo PM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de trabajo depués del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 6.57
    Valor máximo : 45.68
    Valor promedio : 21.46
    Desviación estandar (Ecart-type) : 8.91

22. **% Trámite PM :** atributo numérico que corresponde al porcentaje de pasajeros que se deplazaron hacia cada una de las zonas por motivo de trámite depués del medio día (12:00 am). Nota : cuidado de no hacer la suma.

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 25.68
    Valor promedio : 9.42
    Desviación estandar (Ecart-type) : 5.92

23. **Saldo AM :** atributo numérico que corresponde a un excedente o déficit de personas en cada zona, es decir se restó el número de personas que salieron de cada zona en transporte colectivo menos el número de personas que entraron a cada zona en transporte colectivo antes del medio día (12:00 am). Se puede asimilar esos datos a la noción de concentración diurnas de personas (en la mañana antes de las 12:00 am).

    Unidad utilizada : número de viajes

Valor mínimo : -11 639
Valor máximo : 25 507
Valor promedio : 0.025 (no es significativo)
Desviación estandar (Ecart-type) : 6 158.5

24. **Saldo PM :** atributo numérico que corresponde a un excedente o déficit de personas en cada zona, es decir se restó el número de personas que salieron de cada zona en transporte colectivo menos el número de personas que entraron a cada zona en transporte colectivo después del medio día (12:00 am). Se puede asimilar esos datos a la noción de concentración diurnas de personas (en la tarde después de las 12:00).

    Unidad utilizada : número de viajes
    Valor mínimo : - -5 214
    Valor máximo : 4 320
    Valor promedio : 0.05 (no es significativo)
    Desviación estandar (Ecart-type) : 1 380.9

25. **Flujos intrazon :** atributo numérico que corresponde al número de desplazamientos intrazonales diarios, es decir cuyo inicio y destino corresponden a una misma zona. (volumen diario de viajes realizados al interior de una misma zona).

    Unidad utilizada : número de viajes
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 22 754
    Valor promedio : 1 256
    Suma : 97 971
    Desviación estandar (Ecart-type) : 2 944.43

26. **% flujo intrazon :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos intrazonales (es decir cuyo inicio y destino corresponden a una misma zona) en relación al número total de desplazamientos generados diariamente por zona (porcentaje de viajes realizados al interior de una misma zona diariamente).

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 34.34
    Valor promedio : 4.32
    Desviación estandar (Ecart-type) : 5.75

27. **% flujo recibido :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos recibidos por cada zona (volumen de personas o usuarios que llegan a una zona) en relación al número total de desplazamientos realizados diariamente en la ciudad de Quito en transporte colectivo (bus).

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 5.32
    Valor promedio : 1.28
    Desviación estandar (Ecart-type) : 1.32

28. **% flujo generado :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos generados por cada zona (volumen de personas o usuarios que salen de una zona) en relación al número total de desplazamientos realizados diariamente en la ciudad de Quito en transporte colectivo (bus).

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 4.49
    Valor promedio : 1.28
    Desviación estandar (Ecart-type) : 1.15

29. **% Trans sin dato :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos realizados hacia cada zona, para los cuales no se tiene información en cuanto a transbordo, en relación al número total de desplazamientos que llegan diariamente a cada zona (volumen de personas o usuarios que llegan a una zona sin precisón en cuanto a transbordo).

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 2.85
    Valor máximo : 83.11
    Valor promedio : 54.33
    Desviación estandar (Ecart-type) : 14.23

30. **% Transb Ninguno :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos realizados hacia cada zona sin transbordo, en relación al número total de desplazamientos que llegan diariamente a cada zona (volumen de personas o usuarios que llegan a una zona sin hacer transbordo o sea directamente, cogiendo solo un bus).

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 64.58
    Valor promedio : 11.45
    Desviación estandar (Ecart-type) : 12.61

31. **% Transb al bus :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos realizados hacia cada zona con un transbordo a un bus, en relación al número total de desplazamientos que llegan diariamente a cada zona (volumen de personas o usuarios que llegan a una zona después de haber hecho un transbordo a un bus o sea indirectamente, cogiendo 2 buses).

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 11.86
    Valor máximo : 53.68
    Valor promedio : 28.35
    Desviación estandar (Ecart-type) : 7.62

32. **% Transb furgone :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos realizados hacia cada zona con un transbordo a una furgoneta, en relación al número total de desplazamientos que llegan diariamente a cada zona (volumen de personas o usuarios que llegan a una zona indirectamente o sea cogiendo primero un bus y luego una furgoneta).

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 3.67
    Valor promedio : 0.55
    Desviación estandar (Ecart-type) : 0.63

33. **% Transb a otro :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos realizados hacia cada zona con un transbordo a otro vehículo (que no sea bus, trole, vehículo privado, taxi, furgoneta), en relación al número total de desplazamientos que llegan diariamente a cada zona (volumen de personas o usuarios que llegan a una zona indirectamente o sea cogiendo primero un bus y luego otro vehículo).

    Unidad utilizada : porcentaje
    Valor mínimo : 0
    Valor máximo : 5.68
    Valor promedio : 0.58
    Desviación estandar (Ecart-type) : 1.01

34. **% Transb a taxi:** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos realizados hacia cada zona con un transbordo a un taxi, en relación al número total de

desplazamientos que llegan diariamente a cada zona (volumen de personas o usuarios que llegan a una zona indirectamente o sea cogiendo primero un bus y luego un taxi).

Unidad utilizada : porcentaje
Valor mínimo : 0
Valor máximo : 6.72
Valor promedio : 1.33
Desviación estandar (Ecart-type) : 1.15

35. **% Transb veh priv :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos realizados hacia cada zona con un transbordo a un vehículo privado, en relación al número total de desplazamientos que llegan diariamente a cada zona (volumen de personas o usuarios que llegan a una zona indirectamente o sea cogiendo primero un bus y luego un vehículo privado).

Unidad utilizada : porcentaje
Valor mínimo : 0
Valor máximo : 7.04
Valor promedio : 1.14
Desviación estandar (Ecart-type) : 1.04

36. **% Tran Sist Inte :** atributo numérico que corresponde a un porcentaje calculado a partir del número de desplazamientos realizados hacia cada zona con un transbordo al Sistema Integrado (sea trole o bus alimentador), en relación al número total de desplazamientos que llegan diariamente a cada zona (volumen de personas o usuarios que llegan a una zona indirectamente o sea cogiendo primero un bus y luego el Sistema Integrado).

Unidad utilizada : porcentaje
Valor mínimo : 0
Valor máximo : 14.59
Valor promedio : 2.24
Desviación estandar (Ecart-type) : 2.26

37. **Total reçu AM :** atributo numérico que corresponde al número de viajes recibidos antes de las 12:00 (volumen de personas o cantidad de viajes que llegan a una zona).

Unidad utilizada : número de viajes
Valor mínimo : 102
Valor máximo : 45 998
Valor promedio : 8 794
Desviación estandar (Ecart-type) : 9 471
Suma : 685 999

38. **Total reçu PM :** atributo numérico que corresponde al número de viajes recibidos después de las 12:00 (volumen de personas o cantidad de viajes que llegan a una zona).

Unidad utilizada : número de viajes
Valor mínimo : 123
Valor máximo : 35 196
Valor promedio : 7 736
Desviación estandar (Ecart-type) : 7 644
Suma : 603 418

39. **Total générés AM :** atributo numérico que corresponde al número de viajes generados antes de las 12:00 (volumen de personas o cantidad de viajes que salen de una zona).

Unidad utilizada : número de viajes
Valor mínimo : 147
Valor máximo : 28 696
Valor promedio : 8 794
Desviación estandar (Ecart-type) : 6 976

Suma : 685 999

40. **Total générés PM :** atributo numérico que corresponde al número de viajes generados después de las 12:00 (volumen de personas o cantidad de viajes que salen de una zona).

    Unidad utilizada : número de viajes
    Valor mínimo : 316
    Valor máximo : 36 105
    Valor promedio : 7 736
    Desviación estandar (Ecart-type) : 7 589
    Suma : 603 421

NOMBRE DE LA RELACION

Paradas Ecovía

Nombre completo de la relación :

Paradas de la Ecovía

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

La Ecovía corresponde a la segunda fase de creación de un sistema de transporte de personas público en carril exclusivo en la ciudad de Quito (después del trole). En noviembre del 2001 la Ecovía se inicia en la Av. Río Coca y va hacia la Marín por la Av. 6 de Diciembre. Ese corredor corresponde a la troncal central de un futuro sistema integrado (al igual que el del trolebus) que incluirá también rutas alimentadoras (buses). La Ecovía tiene 20 paradas graficadas en esa relación con su nombre.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Nùmero de objetos en la relación : 20 objetos (paradas)

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Se digitalizó las paradas a partir de un archivo de referencia Autocad (eco-simulacion.dwg) realizado por el Arq. Orlando Baca de la UPGT que contiene el diseño y medidas de las paradas.
    - En el archivo de referencia Autocad hay una localización con los nombres de la calles circundantes a las paradas.
    - escala de los datos : el trabajo en Autocad se hizo en base a un plano a la escala 1/1000
    - la digitalización se hizo en base al fondo de manzanas del año 1993 al 1/2 000 en Savedit

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

/

Fecha de integración : septiembre del 2001
Fecha de los datos : 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave**: atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (paradas de la Ecovía). Se les dió un número de 1 a 20 en función de la cantidad de paradas sin lógica particular.
2. **Número parada** : atributo nominal quie corresponde a un número de identificación de las parads que utilzan los técnicos de la UPGT en vez de los nombres.
3. **Nombre parada** : atributo nominal que corresponde al nombre con que se conoce a las paradas de la Ecovía.
4. **Sentido Recorrid** : atributo nominal con dos modalidades. Algunas paradas sólo sirven en un sentido de la Ecovía como es el caso por ejemplo de la parada del "Belén" cerca del Congreso. A esas paradas unidireccional se le puso la modalidad "1". Las demás paradas que son únicas para los dos sentidos de circulación, tienen la modalidad "2".
5. **Comentarios** : atributo nominal que corresponden a indicaciones que permiten ubicar mejor la parada en el sentido de que algunos nombres no son tan conocidos, como por ejemplo la estación "San Martín" que se ubica mejor con la indicación "El Batán".

NOMBRE DE LA RELACION

Paradas Trole

Nombre completo de la relación :

Paradas del trole

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

El trole corresponde a la primera fase de creación de un sistema de transporte de personas público en carril exclusivo en la ciudad de Quito. En noviembre del 2001 va desde la "Y" (al sur del aeropuerto) hasta la Avenida Moran Valverde al sur de Quito. Ese corredor corresponde a la troncal central del sistema integrado del trolebus que incluye también rutas alimentadoras (buses). El recorrido del trole está compuesto de 51 paradas graficadas en esa relación con los nombres.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Nùmero de objetos en la relación : 51 objetos (paradas)

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.
   - La digitalización de las paradas se fue realizando a partir de un listado Excel con los nombres de las paradas entregado por la UOST (Unidad Operadora del Sistema Trolebus) actualizado al 2001, a partir de fotos aéreas del 1996 y con la ayuda del Arq. Ramiro Prado del SIIM-DMTV quien conoce bien el campo por haberlo recorrido frecuentemente
   - En el listado Excel, no hay localización, solo los nombres de las paradas y el volumen de pasajero ascendido y descendido en cada una de las paradas. El archivo se llama "FLUJOUSUA2001.xls" y contiene el número de pasajeros que subieron al trole en cada parada en función de la hora (encuesta Ascenso-Descenso del 20 de Marzo del 2001 realizado por la UOST).
   - escala de los datos : la digitalización se hizo en base al fondo de manzanas del año 1993 al 1/2 000.

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   /

Fecha de integración : Junio del 2001
Fecha de los datos : primer semestre del 2001 (pero no cambia mucho)

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (paradas del trolebus). Se numerotó de 1 a 51 en función de la cantidad de paradas sin lógica particular. Se añadió un prefijo "ns" o "sn" para las paradas ubicadas entre La "Y" y El Recreo (primer tramo). Indica para que sentido de circulación están utilizadas (Norte/Sur o Sur/Norte). Las claves que no tienen prefijo corresponden a las paradas del segundo tramo comprendido entre El Recreo y la Av. Moran Valverde. Esas paradas sirven para ambos sentidos de circulación (paradas únicas construidas en el medio de la calzada). En fin, tres objetos tienen nombres "estacionnorte", "estacionelrecreo", "estacionSur" que corresponden a las estaciones de donde salen las rutas alimentadoras (buses integrados).
2. **sentido** : atributo numérico con 3 modalidades. En el tramo que va del Recreo a la "Y", las paradas son dobles, es decir existe una parada por sentido de circulación del trole. En cambio en el tramo que va desde el Recreo hasta la Terminal Sur de la Moran Valverde, las paradas son únicas, es decir que sirven para ambos sentidos de circulación. Por eso tenemos 3 modalidades que son : **"dos sentidos", "sur_norte" y "norte-sur".**
3. **nombre** : atributo nominal que corresponde al nombre con que se conoce a las paradas del trole.

NOMBRE DE LA RELACION :

Puentes_ultimos

Nombre completo de la relación :

Principales puentes - Quito Metropolitano - 2003.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Principales puentes del Distrito Metropolitano de Quito en el 2003

Tipo de relación

2. localizada
3. puntual

Número de objetos en la relación : 90

Base : mobilite
Vista externa : alls

Fuente de los datos :

Este mapa ha sido digitalizado a partir de fotos aéreas del distrito tomadas por el IGM en el año 1996 (escala aproximada 1/50 000). Se completaron y corrigieron mediante recorridos de campo. La digitalización fue realizada en Savedit en base al fondo de referencia del distrito a 1/5 000.

Descripción del trabajo de campo

Mediciones y observaciones de campo para la obtención de datos para la evaluación de vulnerabilidad estructural de las infraestructuras viales

El trabajo de levantamiento de datos de campo de las infraestructuras viales, se realizó en dos etapas (en julio del 2002, y en noviembre del 2003). En dicho período se tomó la información de 90 estructuras viales ubicadas dentro del Distrito Metropolitano de Quito, abarcando casi la totalidad de estructuras existentes.

El grupo humano que desempeñó dicho trabajo estuvo conformado por al menos dos personas con conocimientos de ingeniería civil. El equipo utilizado para las mediciones y observaciones de las estructuras se listan a continuación:

- GPS
- Cinta 15 [m]
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Mapas de ubicación
- Hojas de registro

Los parámetros que se determinaron en el trabajo de campo son los siguientes:

Mediante mediciones:

- Dimensiones de apoyos
- Luz libre máxima entre apoyos
- Dimensiones para estimación de la masa
- Dimensiones para la determinación del ángulo en apoyos (skew angle)

Mediante observaciones visuales:

- Material
- Alineación en planta (curvo o recto)
- Estado de la estructura (existencia de fisuras, agrietamiento y corrosión)
- Deformaciones excesivas en la estructura
- Suelo de asentamiento (horizontal o inclinado)
- Número de segmentos
- Condiciones de apoyo del tablero

Para la medición de dimensiones de la estructura, así como para distancias pequeñas (hasta 20 [m]), se utilizó preferentemente el flexómetro o la cinta; mientras que las distancias mayores fueron determinadas mediante diferencia de coordenadas utilizando el GPS, y la transformación de grados a unidades de longitud correspondiente a la zona de estudio (1[°] = 111.12 [km]). Además, la información fue complementada mediante observaciones visuales y fotografías de cada estructura.

Fecha de integración : Agosto de 2002 y Diciembre de 2003
Fecha de los datos : Julio de 2002 y Noviembre de 2003

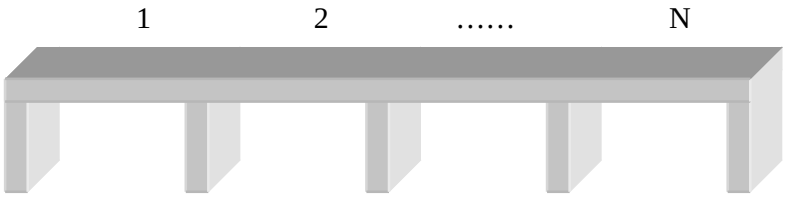
Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes (el levantamiento de campo fue realizado por Galo Atiaga (Facultad de Ingeniería de la Escuela Politécnica Nacional) y Damien Golbin (Ecole des Mines d'Arles – Francia), ingenieros civiles pasantes de la DMTV/IRD))

Atributos :

1. **Clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (obra de arte mayo vial) sin lógica particular.
2. **Número de vanos (N) :** atributo numérico

N: número de segmentos

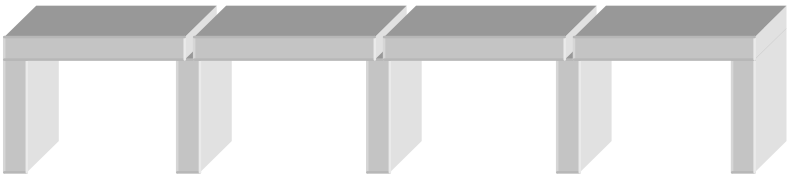


3. **Condición de apoyo del tablero (2 tipos)**

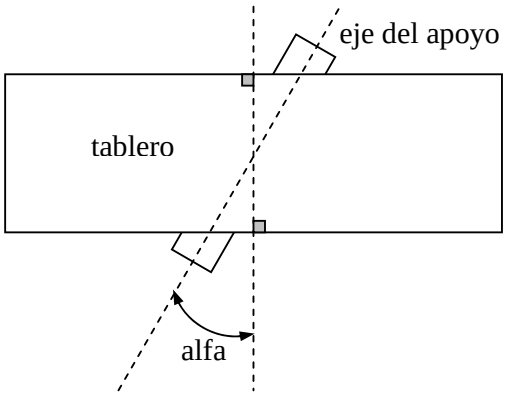
Estructura continua



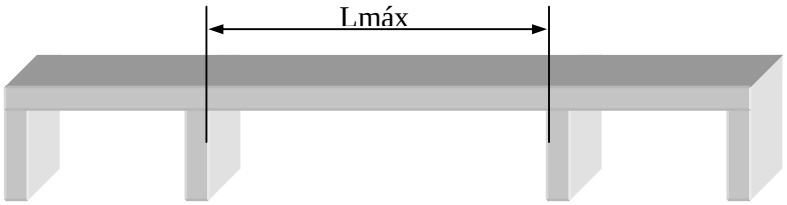
Estructura simplemente apoyada



4. **ángulo en apoyos (esviajamiento o skew angle) alfa [°]:** atributo numérico en grados



5. **Long max segmento :** atributo numérico en metros que indica la luz libre máxima entre apoyos (Lmáx [m]:)



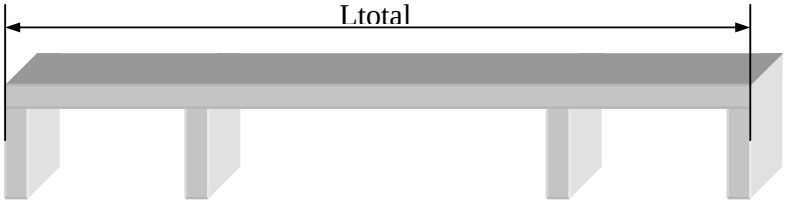
6. **Ancho (m) :** atributo numérico en metros que indica el ancho del tablero (B [m])



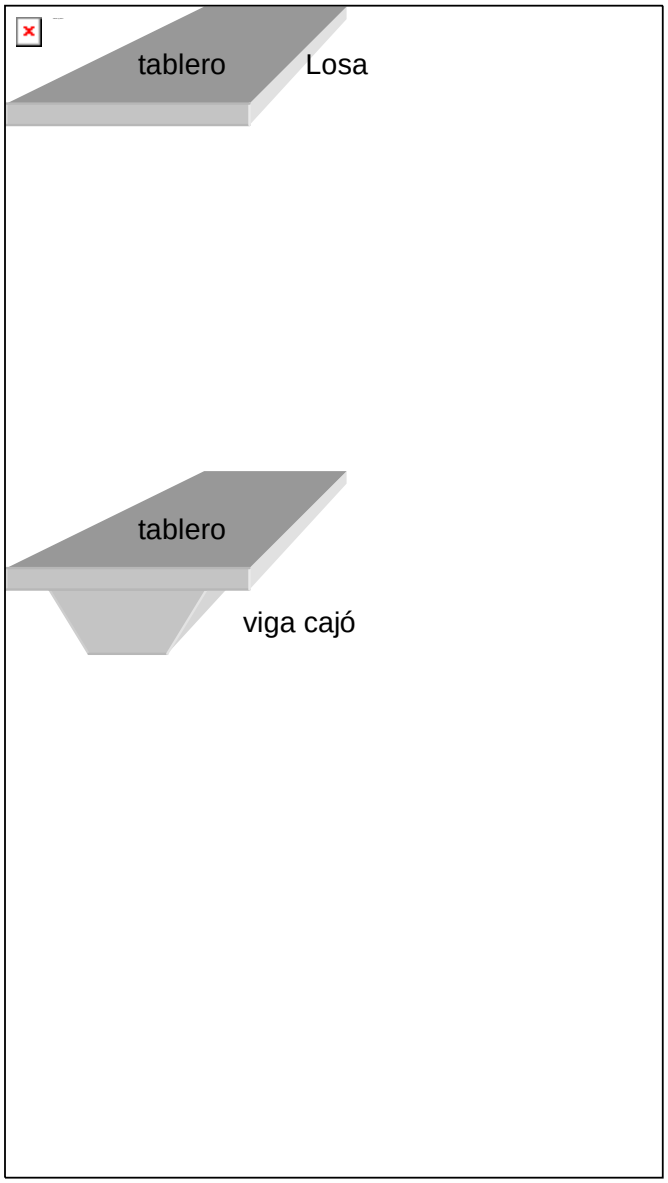
7. **Altura apoyo (m) :** atributo numérico en metros que indica la altura libre de apoyos (Hapoyos [m])



8. **Long total puente** : atributo numérico en metros que indica la longitud total de la estructura (Ltotal [m])



9. **tipología estructural (5 tipos)**



10. **Material :** atributo nominal con 8 modalidades

- hormigón armado
- mixto (acero y hormigón)
- hormigón presforzado
- hormigón armado y hormigón presforzado
- mampostería de ladrillo
- acero
- mampostería de piedra
- sd (sin datos)

11. **Alineación en planta** : atributo nominal que indica si la alineación en planta de la estructura es recta o curva (dos modalidades)

12. **Fisuras :** atributo nominal que indica si la estructura presenta fisuras (tres modalidades). Las fisuras son superficiales.

- SI
- NO
- Sd (sin datos)

13. **Agrietamiento :** atributo nominal que indica si la estructura presenta agrietamiento (tres modalidades). Los agrietamientos son más profundos.

- SI
- NO
- Sd (sin datos)

14. **Corrosión :** atributo nominal que indica si la estructura presenta corrosión (tres modalidades)
Se aplica tanto a los puentes de acero como al acero de refuerzo del hormigón armado o presforzado

- SI
- NO
- Sd (sin datos)

15. **Desplaza estruct :** atributo nominal que indica la presencia de deformaciones excesivas en la estructura con dos modalidades :

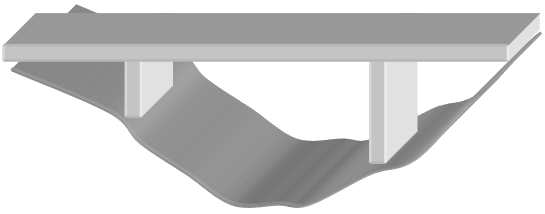
- SI
- NO

16. **Suelo Asentamien:** atributo nominal que indica el suelo de asentamiento de los apoyos, puede ser horizontal o inclinado (dos modalidades)

Suelo horizontal



Suelo inclinado



17. **tipo :** atributo nominal con 6 modalidades:

"Intercambiador": obras de arte mayor generalmente de gran tamaño que permiten vincular varias vías entre si y repartir el tráfico en todas las direcciones o casi (Véase puente 28 – Trébol)

"Paso 3 niveles" ; paso a desnivel con tres niveles (sin intersección). Generalmente se compone de un paso deprimido, de una vía al nivel de la calzada, y de un paso elevado). (Véase el puente 85 – 6 de Diciembre y Galo Plaza)

"Puente sobre paso deprimido" : paso a desnivel con dos niveles en lo cual predomina el tramo excavado (Véase puente 83 – Prensa y Amazonas)

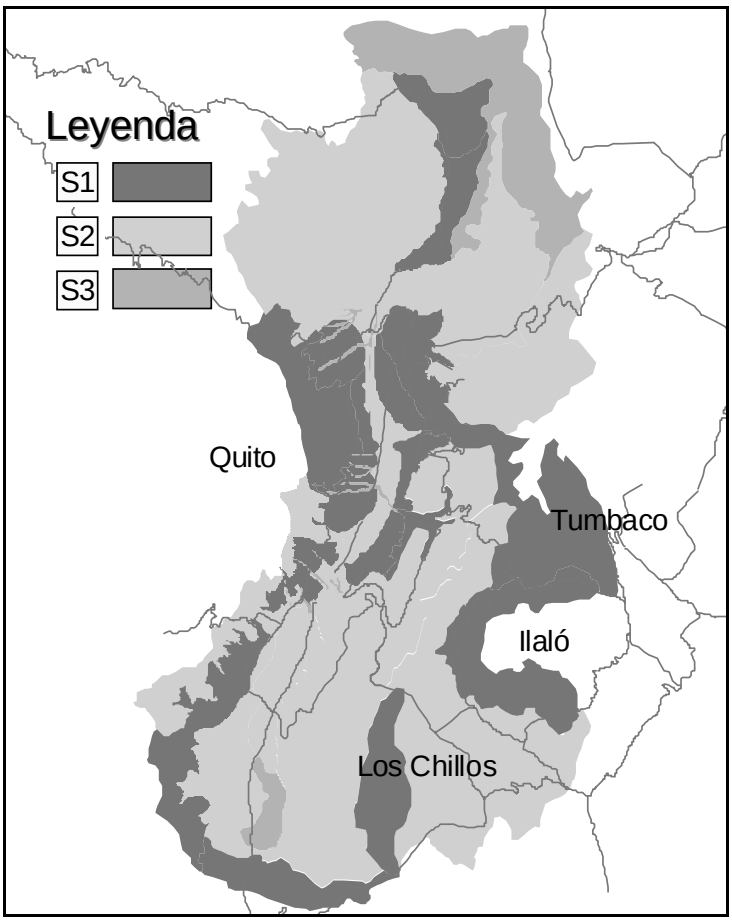
"Paso elevado" : paso a desnivel con dos niveles en lo cual predomina el tramo elevado (Véase puente 73 – 10 de Agosto y República)

"Puente": permite salvar un obstáculo topográfico, siendo éste generalmente un río, una quebrada. (véase Puente 89 – Panamericana Norte – Río Guayllabamba). También se incluyen esta categoría las estructuras de corta longitud (hasta 35 metros) que permiten cruzar sobre otra vía (Véase el puente 44 – Gran Colombia y Yaguachi).

"Puente tren": estructura para uso exclusivamente de ferrocarril (Véase el puente 22 – antes del peaje de la autopista Rumiñahui). Nota : la única estructura de esta categoría no se encuentra en uso.

18. Suelo CEC 2000 : atributo nominal con 3 modalidades : (S1, S2, S3)

En base a los mapas del "Proyecto de microzonificación sísmica de los suelos del Distrito Metropolitano de Quito, 2001", realizado en convenio con la Escuela Politécnica Nacional y el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, es posible ubicar las estructuras analizadas en este estudio dentro de los cuatro tipos de suelo caracterizados por el Código Ecuatoriano de la Construcción. El siguiente mapa muestra el mapa de microzonificación del Distrito Metropolitano de Quito:



Una breve caracterización de estos tipos de suelo se presenta a continuación: el perfil tipo S1 se refiere a rocas o suelos firmes, el perfil tipo S3 se refiere a suelos blandos o estratos profundos, el perfil tipo S2 corresponde a suelos con características intermedias entre los suelos S1 y S3. El S4 corresponde a suelos altamente compresibles y donde las condiciones geológicas y topográficas son especialmente desfavorables (CEC, 2000). Existen cuatro estructuras (Intercambiador de Tambillo, puente en la Vía Interoceánica sobre el río Chiche, puente en la Panamericana Norte sobre el río Guayllabamba, puente en la Vía a Tabacundo sobre el río Pisque) que no se ubican dentro de las zonas establecidas en la microzonificación de suelos del Distrito Metropolitano de Quito. Para estos casos, se ha caracterizado el tipo de suelo en forma cualitativa en base a estudios particulares realizados en estos sectores, y de la experiencia de profesionales expertos en el tema. Esta caracterización cualitativa ha determinado que los suelos ubicados en estas zonas corresponden al tipo de suelo S2 del CEC-2000 (Valverde, 2003). Cabe destacar también que el tipo de suelo S4 no aparece dentro del Distrito Metropolitano de Quito según el proyecto de microzonificación.

19. **Enjeu majeur :** atributo nominal con 2 modalidades (Oui, Non)

Una obra vial es un « enjeu majeur » cuando soporta el tráfico de un eje esencial

Listado de los principales puentes del área metropolitana de Quito

Clave	Tipo de obra vial	Ubicación
1	Intercambiador	Intercambiador de Tambillo
2	Puente	Intervalle Via a Pintag (Rio Pita) *Los Chillos*
3	Puente	Calle Venezuela (Rio San Pedro) *Los Chillos*
4	Puente	Calle Aurelio Naranjo (*Los Chillos*)
5	Puente	Calle Avelina Lasso (Rio San Pedro) Entrada San Rafael
6	Puente	Avenida San Luis (Rio Sta Clara) *Los Chillos*
7	Puente	I. Isabela (Rio Pita) *Los Chillos*
8	Puente	Calle Piedad del Castillo (Rio San Pedro) *Los Chillos*
9	Puente	Calle Mariana de Jesús (Río Capelo) *Los Chillos*
10	Puente	El Triangulo Via a Conocoto (Rio San Pedro) *Los Chillos*
11	Puente	Avenida El Tingo (Rio San Pedro) *Los Chillos*
12	Puente	Autopista Ruminahui (Rio San Pedro) *Los Chillos*
13	Paso elevado	Maldonado y Nueva Oriental (Plywood)
14	Puente	Entrada a El Tingo (Quebrada Ushimana) *Los Chillos*
15	Puente	Entrada a El Tingo a mano izquierdo (Quebrada Ushimana)
16	Intercambiador	Autopista Rumiñahui Entrada a Conocoto
17	Intercambiador	Autopista Rumiñahui Entrada a Conocoto
18	Intercambiador	Autopista Rumiñahui Puente Peatonal III Entrada a Guangopolo
19	Puente tren	Av. Maldonado y Rafael Arteta (San Bartolo)
20	Paso elevado	Av. Maldonado y Alonso de Angulo (Villa Flora)
21	Puente sobre paso deprimido	Av. Maldonado (Redondel Villa Flora)
22	Puente tren	Justo antes del peaje de la Autopista Rumiñahui
23	Puente tren	Justo antes del peaje de la Autopista Rumiñahui
24	Intercambiador	Autopista Ruminahui y Nueva Oriental
25	Puente	Alberto Larrea y Napo (Luluncoto)
26	Puente	Autp Ruminahui (antes del intercambiador con Nueva Oriental)
27	Puente	Maldonado y El Sena (Rio Machangara)
28	Intercambiador	Trebol

29	Ouente	Av. *Pichincha* entre La Marin y El Trebol
30	Puente	24 de Mayo y Maldonado (Terminal Terrestre)
31	Puente	24 de Mayo a la salida del túnel
32	Paso elevado	Paso elevado Abdón Calderón
33	puente	Av. Occidental y Abdón Calderón
34	Paso elevado	Avenida *Pichincha* (La Marin)
35	Puente	Occidental a bajo del centro popular de San Roque
36	Puente	Occidental y 24 de Mayo (San Roque)
37	Puente	Avenida *Pichincha* y Oriente (San Blas)
38	Paso elevado	Velasco Ibarra y Quesera del Medio (Vicentina)
39	Puente sobre paso deprimido	Avenida *Pichincha* (San Blas)
40	Puente sobre paso deprimido	10 de Agosto Gran Colombia (San Blas)
41	puente	Av. Occidental y Hno. Miguel
42	Intercambiador	Occidental (El Tejar)
43	Puente sobre paso deprimido	Antonio Ante y Manuel Larrea (Consejo Provincial)
44	Puente	Gran Colombia y Yaguachi (Congreso)
45	Puente	Interoceanica (Rio San Pedro) antes del Club El Nacional
46	Puente sobre paso deprimido	10 de Agosto y Ríofrío
47	Puente sobre paso deprimido	10 de Agosto y Tarqui
48	Intercambiador	Patria y 12 de Octubre
49	Puente sobre paso deprimido	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)
50	Paso 3 niveles	10 de Agosto y Patria (El Guambra)
51	Intercambiador	Universitaria y Occidental (Miraflores)
52	Puente	Interoceanica (Rio Chiche)
53	Puente	Interoceánica (Quebrada Auqui Chico) antes de la Primavera
54	Intercambiador	Circunvalación Cumbaya (Entrada San Juan Bautista)
55	Intercambiador	America (Universidad Central)
56	Puente	Avenida de Los Consquistadores (Machangara)
57	Puente	Avenida de Los Consquistadores (Quebrada de El Batán)
58	Puente	Nueva Oriental (Machangara)
59	Puente	La Gasca y Occidental
60	Paso 3 niveles	Paso elevado 10 de Agosto y Orellana
61	Puente sobre paso deprimido	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Orellana
62	Puente sobre paso deprimido	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Eloy Alfaro
63	Paso 3 niveles	10 de Agosto y Eloy Alfaro
64	Puente	Interoceanica (Rio Machangara)
65	Puente sobre paso deprimido	6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)
66	Puente	Gonzalez Suarez (encima de lnteroceanica)
67	Puente	Miravalle (vía a Cumbayá)
68	Intercambiador	Interoceanica y Nueva Oriental (Cumbaya)
69	Puente	Diaz de la Madrid y Occidental
70	Puente sobre paso deprimido	Av. 10 de Agosto y Atahualpa
71	Puente sobre paso deprimido	Paso deprimido Av. República y Atahualpa

72	Paso elevado	10 de Agosto y República (Curvo)
73	Paso elevado	10 de Agosto y Republica (Recta)
74	Intercambiador	Mariana de Jesus y Occidental
75	Puente sobre paso deprimido	10 de Agosto y Naciones Unidas
76	Puente sobre paso deprimido	10 de Agosto al nivel de la Y Sur
77	Puente sobre paso deprimido	10 de Agosto al nivel de la Y Norte
78	Paso elevado	Inicio del La Prensa y America (La Y)
79	Intercambiador	Carvajal y Occidental (El Bosque)
80	Intercambiador	El Labrador
81	Intercambiador	Eloy Alfaro y Las Palmeras (Zambiza)
82	Puente	Eloy Alfaro y Los Nogales
83	Puente sobre paso deprimido	Prensa y Amazonas (Aeropuerto)
84	Puente sobre paso deprimido	Paso deprimido Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre
85	Paso 3 niveles	10 de Agosto (Galo Plaza Lasso) y 6 de Diciembre
86	Puente	Panamericana Norte al llegar a Calderón (junto al cementerio)
87	Puente	Panamericana Norte (junto a la tenencia política)
88	Intercambiador	Carcelen
89	Puente	Panamericana Norte (Rio Guayllabamba)
90	puente	Vía a Tabacundo - Río Pisque
peatonal	Puente peatonal	Puente peatonal San Roque

NOMBRE DE LA RELACION

Recorrido Ecovía

Nombre completo de la relación :

Recorrido de la Ecovía

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

La Ecovía corresponde a la segunda fase de creación de un sistema de transporte de personas público en carril exclusivo en la ciudad de Quito (después del trole). En noviembre del 2001 la Ecovía se inicia en la Av. Río Coca y va hacia la Marín por la Av. 6 de Diciembre. Ese corredor corresponde a la troncal central de un futuro sistema integrado (al igual que el del trolebus) que incluirá también rutas alimentadoras (buses).

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 2

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

   - Se digitalizó el recorrido en su extensión actual (octubre del 2001) en función de observaciones de campo (conocimiento personal de la ciudad por haber utilizado la Ecovía como medio de transporte).
   - Escala de integración : se digitalizó en Savedit tomando como referencia el fondo de manzanas del año 1993 al 1/ 2 000.

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   /

Fecha de integración : septiembre del 2001
Fecha de los datos : 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. clave : atributo nominal con dos modalidades que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (trazado o de la Ecovía ida y vuelta). Las dos modalidades son las siguientes : "Marín – Río Coca" y "Río Coca – Marín".

NOMBRE DE LA RELACION

Recorrido Trole

Nombre completo de la relación :

Recorrido del Trolebus

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

El trole corresponde a la primera fase de creación de un sistema de transporte de personas público en carril exclusivo en la ciudad de Quito. En noviembre del 2001 va desde la "Y" (al sur del aeropuerto) hasta la Avenida Moran Valverde al sur de Quito. Ese corredor corresponde a la troncal central del sistema integrado del trolebus que incluye también rutas alimentadoras (buses).

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Número de objetos en la relación : 2

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.
    - La digitalización del recorrido del trole en su extensión actual (Octubre del 2001) se fue realizando a partir de fotos aéreas del 1997 y a partir de los consejos del Arq. Ramiro Prado de la DMTV quien conoce bien el campo por haberlo recorrido frecuentemente.
    - Escala de integración : se digitalizó en Savedit tomando como referencia el fondo de manzanas del año 1993 (1/2 000).

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    /

Fecha de integración : junio del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (recorrido del trole ida y vuelta).
2. **sentido:** atributo nominal con dos modalidades que corresponden al sentido de recorrido del trole : "Norte a Sur" y "Sur a Norte".

NOMBRE DE LA RELACION

Red hidro 1_5000

Nombre completo de la relación :

Mapa base de la red hidrográfica del Quito Metropolitano

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a una cartografía de referencia que incluye los ríos, riachuelos, acequias, quebradas... establecido al 1/5 000.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 8 327

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Esa relación ha sido creada a partir del mapa que se hizo inicialmente en Microstation "dmq.dgn" (cartografía al 1/5 000 del año 1996-97). Varias instituciones contribuyeron a elaborar esa cartografía básica (DGP-MDMQ, EMAAP-Q, IGM...).
    - Se puede considerar en lo que se refiere a fondo base de la red hidrográfica como la información la más actualizada hasta la fecha (octubre del 2001).
    - Se exportó el archivo "dmq-dgn" a ArcView (shape file) y luego a Savedit. La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000.

Fecha de integración : Abril del 2002
Fecha de los datos : 1996-97

Responsable de la recopilación de datos : Joe Tupiza, Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Joe Tupiza, Florent Demoraes

Atributos :

1. **cle** : atributo nominal. Se atribuyo a cada objeto un código único.

NOMBRE DE LA RELACION

Red vial DMQ

Nombre completo de la relación :

Red vial del Distrito Metropolitano de Quito

Modo de constitución de la relación :

Esa relación es una relación recuperada tal cual de la base "Quito" en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito". El nombre del archivo incial es "Red vial DM".

Descripción detallada de la relación :

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 7879 en total en la relación.

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos

    - Esa red vial ha sido digitalizada en base a una cartografía del IGM a la escala 1/50 000 en el año 1997.
    - Esa relación fue recuperada de la base "Quito"

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    - No se sabe como se constituyó la información referente a las vías. Se puede suponer que se trabajó con fotos aéreas y recorriendo el campo.

Fecha de integración : 1997
Fecha de los datos : ???????

Responsable de la recopilación de datos : SUIM-DGP

Responsable de integración de los datos a la base : SUIM-DGP

Atributos :

1. **clave :** OJO : no se asignó a cada objeto una clave única, más bien sólo existen 16 claves ("pv6", "pv5", "dv7", "dv5".....). Se puede suponer que el "d" significa Distrito y el "p" *Pichincha*... son atributos nominales.
2. **DMQ/*Pichincha*:** atributo nominal con 2 modalidades que nos indica si el tramo vial se encuentra en el DMQ o en el resto de la provincia.
3. **descripcion:** atributo nominal con 8 modalidades que da una información en cuanto al número de vías, al tipo de rodadura, al ancho vial (si es angosta o no). Tenemos así las modalidades siguientes : "Autopista", "Pav. =>2 vias" para las vías pavimentadas con 2 carriles o más, "Sin Pav. =>2 v." para las vías sin pavimento con 2 carriles o más, "Pav. Angosta" para las vías pavimentadas angostas, "Sin pav. Angosta" para las vías sin pavimento angostas, "Cam. de verano" para camino de verano (???), "Sendero o vereda" y la "Linea ferrea" (no se porque la vía del ferrocarril fue digitalizada en una relación de red vial...)
4. **codificacion:** atributo nominal con 4 modalidades que son las categorías de vías y caminos ("Red principal", "Red secundaria", "Red de senderos", "Red ferrea").

NOMBRE DE LA RELACION

Red vial Quito

Nombre completo de la relación :

Red vial de la ciudad de Quito stricto sensu

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

Esa relación contiene la ubicación de las vías por tramos para toda la ciudad de Quito. Se entiende por tramo, un segmento ubicado entre dos intersecciones con otras vías. Se puede considerar este mapa como el más actual que exista.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 36 897

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.
   - Los datos provienen de la EEQ (Empresa Eléctrica de Quito). El Ing. Mario Albuja nos entrego un archivo Autocad "ejes.dwg" que contiene los tramos viales definido entre cada intersección. Cada tramo es un vector determinado por las coordenadas geográficas de las dos extremidades del segmento.
   - Esa red vial ha sido realizada a partir de un archivo inicial entregado por la DGP a la EEQ que había sido digitalizado a partir del fondo manzanero del año 1993 (1/2 000). La EEQ progresivamente a lo largo de los recorridos de campo de sus técnicos fue completando la red con tomas de puntos GPS. La precisión es de unos 5 metros.
   - La escala de integración es la misma ya que se exportó el archivo AutoCad a ArcView (shapeFile) y luego a Savedit.

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   /

Fecha de integración : Mayo del 2001
Fecha de los datos : inicio del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Nury Bermúdez y Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Joe Tupiza

Atributos :

1. Cle : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (tramo vial). Se les dio un valor de 1 a 36 897

NOMBRE DE LA RELACION

Semáforos Inters

Nombre completo de la relación :

Intersecciones viales urbanas que cuentan con una de semaforización del sistema centralizado municipal. (OJO : no corresponde al número de semáforos)

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

La información siguiente proviene del sitio Internet :
http://www.quito.gov.ec/homequito/municipio/transporte/transporm.htm#aut

Con la finalidad de precautelar la seguridad tanto de conductores como de peatones, así como de mejorar la fluidez vehicular, se implantó en la ciudad de Quito el Sistema Centralizado de Semaforización. El sistema se inició cubriendo la línea troncal del Trole y su área de influencia; actualmente se ha incorporado al Sistema la Troncal 6 de Diciembre Ecovía, en la que se han incluido cruces peatonales que antes no existían. De esta manera se articula la red vial principal de la ciudad.

Hasta el año de 1995 los semáforos mantenían características demasiado elementales, mediante un sistema electromecánico de tiempo fijo único, es decir que los tiempos asignados a los semáforos permanecen

inalterables mientras no exista alguna intervención física en ellos. Como consecuencia de ello, las posibilidades de brindar eficiencia a la circulación del tráfico vehicular y peatonal son reducidas, considerando que el tráfico es variable en las diferentes horas del día, de la semana y del año.

A partir de 1996, el Municipio de Quito, a través de la UPGT, da un vuelco total dentro de este campo, ya que se implanta, conjuntamente con el Proyecto Trolebús, el único Sistema Centralizado de Semaforización del Ecuador hasta la fecha y uno de los pocos existentes en Latinoamérica. Hasta mediados del año 2002 se habrán terminado de incorporar al sistema 230 intersecciones, 8 cámaras de TV y 2 salas de control, correspondiendo al 50 % de todos los cruces semaforizados de Quito. Con la implantación paralela de la Extensión Norte del Trolebús se alcanzará a centralizar casi la totalidad de las intersecciones semaforizadas.

Pero ¿qué es o en qué consiste el sistema Centralizado de Semaforización? Pues se trata de un sistema computarizado que utiliza tecnología de punta y aplicado al control o regulación del tráfico peatonal y vehicular. Este tipo de sistema está funcionando en muchas ciudades de Europa. Su estructura se ordena sobre la base de tres niveles de comunicación: el primero corresponde a la sala de control, en donde se encuentran las computadoras que manejan el sistema, los monitores de TV y el panel sinóptico, que es el plano electrónico de Quito con sus semáforos; el segundo nivel lo constituyen las centrales de zona, que son elementos electrónicos de comunicación que gobiernan grupos de intersecciones semaforizadas; el tercer nivel lo conforman los reguladores o controladores de tráfico ubicados en las intersecciones, los semáforos propiamente dichos y los detectores o censores de vehículos. Además, el sistema ofrece una variedad de posibilidades de modos de funcionamiento, que permite regular el tráfico aplicando planes horarios preprogramados, hasta la autogeneración de planes de tráfico y los tiempos asignados a ellos.

Tipo de relación

1. localizada
2. zonal

Nùmero de objetos en la relación : 426

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

Fuentes que permitieron localizar los objetos

- Se trabajó en Savedit a partir de un mapa AutoCad entregado por la EMSAT. El mapa inicial no era georeferenciado. Se convertió primero el archivo dwg en shape y luego se lo importó a Savedit. Existía un leve desface en comparación con el fondo manzanero del 1993 al 1/2 000. Así que las bombitas correspondiendo a las intersecciones viales semaforizadas por el Municipio fueron desplazadas una por una manualmente hasta que calzan bien.

Fecha de integración : 2002
Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de la digitalización : Myriam Duque (UEIM-DMTV)

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **Clave** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (intersección semaforizada).

NOMBRE DE LA RELACION

Semáforos

Nombre completo de la relación :

Zonas de gestión del sistema centralizado de semaforización municipal. Cada zona corresponde a una unidad de gestión independiente con su propia central.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

La información siguiente proviene del sitio Internet :
http://www.quito.gov.ec/homequito/municipio/transporte/transporm.htm#aut

Con la finalidad de precautelar la seguridad tanto de conductores como de peatones, así como de mejorar la fluidez vehicular, se implantó en la ciudad de Quito el Sistema Centralizado de Semaforización. El sistema se inició cubriendo la línea troncal del Trole y su área de influencia; actualmente se ha incorporado al Sistema la Troncal 6 de Diciembre Ecovía, en la que se han incluido cruces peatonales que antes no existían. De esta manera se articula la red vial principal de la ciudad.

Hasta el año de 1995 los semáforos mantenían características demasiado elementales, mediante un sistema electromecánico de tiempo fijo único, es decir que los tiempos asignados a los semáforos permanecen inalterables mientras no exista alguna intervención física en ellos. Como consecuencia de ello, las posibilidades de brindar eficiencia a la circulación del tráfico vehicular y peatonal son reducidas, considerando que el tráfico es variable en las diferentes horas del día, de la semana y del año.

A partir de 1996, el Municipio de Quito, a través de la UPGT, da un vuelco total dentro de este campo, ya que se implanta, conjuntamente con el Proyecto Trolebús, el único Sistema Centralizado de Semaforización del Ecuador hasta la fecha y uno de los pocos existentes en Latinoamérica. Hasta mediados del año 2002 se habrán terminado de incorporar al sistema 230 intersecciones, 8 cámaras de TV y 2 salas de control, correspondiendo al 50 % de todos los cruces semaforizados de Quito. Con la implantación paralela de la Extensión Norte del Trolebús se alcanzará a centralizar casi la totalidad de las intersecciones semaforizadas.

Pero ¿qué es o en qué consiste el sistema Centralizado de Semaforización? Pues se trata de un sistema computarizado que utiliza tecnología de punta y aplicado al control o regulación del tráfico peatonal y vehicular. Este tipo de sistema está funcionando en muchas ciudades de Europa. Su estructura se ordena sobre la base de tres niveles de comunicación: el primero corresponde a la sala de control, en donde se encuentran las computadoras que manejan el sistema, los monitores de TV y el panel sinóptico, que es el plano electrónico de Quito con sus semáforos; el segundo nivel lo constituyen las centrales de zona, que son elementos electrónicos de comunicación que gobiernan grupos de intersecciones semaforizadas; el tercer nivel lo conforman los reguladores o controladores de tráfico ubicados en las intersecciones, los semáforos propiamente dichos y los detectores o censores de vehículos. Además, el sistema ofrece una variedad de posibilidades de modos de funcionamiento, que permite regular el tráfico aplicando planes horarios preprogramados, hasta la autogeneración de planes de tráfico y los tiempos asignados a ellos.

Tipo de relación

1. localizada
2. zonal

Nùmero de objetos en la relación : 19

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos

- Se digitalizó en Savedit esa sectorización a partir de un mapa AutoCad entregado por la EMSAT. El mapa inicial no era georeferenciado pero los límites de cada zona corresponden a avenidas principales así que no fue difícil volver a digitalizarlos en base al fondo manzanero del 1993 al 1/2 000.

Fecha de integración : 2002

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. Clave : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (zona de semaforización)
2. Central semafori : atributo nominal que corresponde al sector geográfico a la que pertenece cada zona (Norte o Sur)

NOMBRE DE LA RELACION

Transp Carga

Nombre completo de la relación :

Transporte de Carga (inferior a 7,5 toneladas) registradas en la UPGT al nivel del DMQ.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 48

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos

    - La relación contiene las sedes administrativas oficiales de las cooperativas y compañías de transporte de carga de capacidad inferior a 7,5 toneladas registradas en la UPGT en el 2001. Los datos provienen directamente de la UPGT que nos entregó un archivo Excel “CARGAFM.XLS” que contiene la información siguiente: codigo municpal de las empresas, el nombre, el tipo de estatuto jurídico o razón social (compañía o cooperativa), dirección de la sede adminsitrativa (por nombre de calles), números de teléfono, la flota y la edad promedia de la flota.

- Se digitalizó en Savedit en base al fondo de referencia del distrito a 1/5 000 a partir de nombres de calles (dirección de la sede) contenidos en el archivo Excel "CARGAFM.XLS".

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

- La cuantificación proviene del mismo archivo Excel "CARGAFM.XLS"

Fecha de integración : Octubre del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio" (sede de las operadoras de transporte de carga). Se les dio un código de 1 a 48 (ya que en total están registradas 48 operadoras de transporte de carga inferior a 7,5 toneladas).
2. Código Municipal : atributo nominal que corresponde al código de cada operadora que aparece a veces pintado sobre las unidades.
3. Nombre Empresa: atributo nominal correspondiente al nombre (simplificado a 16 carácteres) con que se conoce a las cooperativas y compañías de transporte interparroquial.
4. Tipo Empresa : atributo nominal que tiene 2 modalidades correspondientes al estatuto jurídico o razón social (cooperativa o compañía):

Cooperativa[206[1]] *:* las cooperativas son formadas por personas naturales o jurídicas. Se requiere por lo menos 11 personas. El capital se compone de aporte de los socios, de cuotas de ingreso y multas, de bienes muebles e inmuebles que adquiera la cooperativa, etc... Los aportes de los socios están indivisibles y de igual valor. Se puede constituir cooperativas de transporte, ya sea a base de un capital común aportado por los socios con el cual se adquiere las unidades que son de propiedad de la cooperativa (cooperativa de caja común), ya sea a base de la aportación de una unidad por cada socio (mayoría de los casos). En todas las cooperativas los socios deben siempre ser chóferes profesionales y manejar su propia unidad. Sin embargo, por la larga duración de la jornada o por enfermedad, el socio puede utilizar los servicios de un ayudante. Dos o más chóferes profesionales pueden ser dueños de un mismo vehículo e ingresar como socios en la cooperativa de transporte con esa unidad. En ninguna cooperativa un socio puede tener más de una unidad, ni aún en cabeza de terceros. Las cooperativas de transporte están sujetas a la Ley General de Tránsito. Las cooperativas dependen de la Dirección Nacional de Cooperativas del Ministerio de Previsión Social y Cooperativas.

Compañía : las empresas (o sociedades) deben ser propietarias de la flota en operación (en teoría). "la hipotética conformación de empresas supondría un aporte de capital de los socios a la misma y la efectiva transferencia de la propiedad de las unidades, de cabeza de los socios a la compañía concesionaria". Se puede distinguir dos tipos de compañías, las Compañías de Responsabilidad Limitada (CRL) y las Compañías Anónimas (CA). En las CRL, no puede tener menos de 3 ni más de 15 socios. El capital social se encuentra representado en participaciones transferibles. Se forma con las aportaciones de los socios y no puede ser inferior a un monto fijado periódicamente por la Superintendencia de Compañías. En las CA no tiene limitaciones de socios. El capital se encuentra dividido en acciones nominativas negociables, formado con las aportaciones de los accionistas, los que responden únicamente hasta el monto de sus acciones. Todas las compañías dependen de la Superintendencia de Compañías. En esa modalidad no se distinguió los dos tipos de compañías.

El municipio de Quito mediante la UPGT está a cargo del transporte de carga de menos de 7,5 toneladas. La gestión del transporte de carga superior a 7,5 toneladas sigue a cargo del Consejo Provincial.

[206[1]] CONAM, 2001, Desarrollo de un mecanismo de centralización del sistema de recaudación de pasajes urbanos y un modelo más seguro de operatividad de las cooperativas de transportación urbana en la provincia del Guayas, República del Ecuador.

5. **Teléfono1** : teléfono de la oficina (sede administrativa) de la operadora
6. **Teléfono2:** segundo número al que se puede llamar a la operadora (cuando existe)
7. **Teléfono3:** tercer número al que se puede llamar a la operadora (cuando existe)

8. **Flota** : atributo numérico que corresponde al número de unidades (camiones pequeños o camionetas) de cada operadora.

Unidad utilizada : número de vehículos
Valor mínimo : 8
Valor máximo : 39
Valor promedio : 16
Suma : 774
Desviación estandar (Ecart-type) : 6.66

9. **Edad Promedia**: atributo numérico que corresponde a un promedio de año civil del modelo de las unidades (año de construcción). Ojo : cuidado no hacer la suma con este valor.

Unidad utilizada : años civiles (año de construcción del modelo)
Valor mínimo : 1987
Valor máximo : 1994
Valor promedio : 1990
Desviación estandar (Ecart-type) : 1.96

NOMBRE DE LA RELACION

Transp Escolar

Nombre completo de la relación :

Operadoras de transporte escolar e institucional registradas en la UPGT al nivel del DMQ.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a la ubicación y descripción de las operadoras (compañías y cooperativas) interparroquiales de transporte de personas registradas en la Unidad de Planificación y Gestión del Transporte en el 2001.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Nùmero de objetos en la relación : 39

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos
   - La relación contiene las sedes administrativas oficiales de las cooperativas y compañías de transporte escolar e institucional registradas en la UPGT en el 2001. Los datos provienen directamente de la UPGT que nos entregó un archivo Excel “ESCOLARFM.XLS” que

contiene la información siguiente: codigo municpal de las operadoras, el nombre, el tipo de estatuto jurídico o razón social (compañía o cooperativa), dirección de la sede adminsitrativa (por nombre de calles), números de teléfono, la flota y la edad promedia de la flota.
- Se digitalizó en Savedit en base al fondo de referencia del distrito a 1/5 000 a partir de nombres de calles (dirección de la sede) contenidos en el archivo Excel "ESCOLARFM.XLS".

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    - La cuantificación proviene del mismo archivo Excel "ESCOLARFM.XLS"

Fecha de integración : Octubre del 2001
Fecha de los datos : primer semestre del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. clave : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio" (sede de operadoras de transporte escolar). Se les dio un código de 1 a 47 (ya que en total están registradas 47 operadoras de transporte escolar, pero solo se pudo ubicar 39).
2. Código Municipal : atributo nominal que corresponde al código de cada operadora que aparece a veces pintado sobre las unidades.
3. Nombre : atributo nominal correspondiente al nombre (simplificado a 16 carácteres) con que se conoce a las cooperativas y compañías de transporte interparroquial.
4. Tipo Empresa : atributo nominal que tiene 2 modalidades correspondientes al estatuto jurídico o razón social (cooperativa o compañía):

Cooperativa[207[1]] *:* las cooperativas son formadas por personas naturales o jurídicas. Se requiere por lo menos 11 personas. El capital se compone de aporte de los socios, de cuotas de ingreso y multas, de bienes muebles e inmuebles que adquiera la cooperativa, etc... Los aportes de los socios están indivisibles y de igual valor. Se puede constituir cooperativas de transporte, ya sea a base de un capital común aportado por los socios con el cual se adquiere las unidades que son de propiedad de la cooperativa (cooperativa de caja común), ya sea a base de la aportación de una unidad por cada socio (mayoría de los casos). En todas las cooperativas los socios deben siempre ser chóferes profesionales y manejar su propia unidad. Sin embargo, por la larga duración de la jornada o por enfermedad, el socio puede utilizar los servicios de un ayudante. Dos o más chóferes profesionales pueden ser dueños de un mismo vehículo e ingresar como socios en la cooperativa de transporte con esa unidad. En ninguna cooperativa un socio puede tener más de una unidad, ni aún en cabeza de terceros. Las cooperativas de transporte están sujetas a la Ley General de Tránsito. Las cooperativas dependen de la Dirección Nacional de Cooperativas del Ministerio de Previsión Social y Cooperativas.

Compañía : las empresas (o sociedades) deben ser propietarias de la flota en operación (en teoría). "la hipotética conformación de empresas supondría un aporte de capital de los socios a la misma y la efectiva transferencia de la propiedad de las unidades, de cabeza de los socios a la compañía concesionaria". Se puede distinguir dos tipos de compañías, las Compañías de Responsabilidad Limitada (CRL) y las Compañías Anónimas (CA). En las CRL, no puede tener menos de 3 ni más de 15 socios. El capital social se encuentra representado en participaciones transferibles. Se forma con las aportaciones de los socios y no puede ser inferior a un monto fijado periódicamente por la Superintendencia de Compañías. En las CA no tiene limitaciones de socios. El capital se encuentra dividido en acciones nominativas negociables, formado con las aportaciones de los accionistas, los que responden únicamente hasta el monto de sus acciones. Todas las compañías dependen de la Superintendencia de Compañías. En esa modalidad no se distinguió los dos tipos de compañías.

[207[1]] CONAM, 2001, Desarrollo de un mecanismo de centralización del sistema de recaudación de pasajes urbanos y un modelo más seguro de operatividad de las cooperativas de transportación urbana en la provincia del Guayas, República del Ecuador.

El transporte escolar e institucional en Quito, según encuestas realizadas con gerentes de cooperativas y compañías de transporte escolar e institucional (en el mes de Abril del 2001 por Alexandra Mena y Florent Demoraes), está tributario de los establecimientos que contratan el servicio. En otros términos por el exceso de competencia (mucha oferta para este tipo de servicio), los colegios, las adminsitraciones practican tarifas por recorrido muy bajas. En algunos casos los colegios contratan el servicio con una remuneración que fluctua en función de la cantidad de pasajeros lo que es muy injusto ya que por ejemplo durante las huelgas de establecimientos escolares públicos (que pueden durar varias semanas), los chóferes no perciben sueldos lo que pone en evidencia una cierta vulnerabilidad en la organización de este tipo de transporte que fragiliza las operadoras.

5. **Teléfono1** : teléfono de la oficina (sede administrativa) de la operadora
6. **Teléfono2:** segundo número al que se puede llamar a la operadora (cuando existe)
7. **Teléfono3:** tercer número al que se puede llamar a la operadora (cuando existe)
8. **Flota** : atributo numérico que corresponde al número de unidades (buses, busetas, vans) de cada operadora.

Unidad utilizada : número de vehículos
Valor mínimo : 3
Valor máximo : 125
Valor promedio : 25
Suma : 993
Desviación estandar (Ecart-type) : 30,8

9. **Edad Promedia**: atributo numérico que corresponde a un promedio de año civil del modelo de las unidades (año de construcción). Ojo : cuidado no hacer la suma con este valor.

Unidad utilizada : años civiles (año de construcción del modelo)
Valor mínimo : 1990
Valor máximo : 1997
Valor promedio : 1993
Desviación estandar (Ecart-type) : 2,12

NOMBRE DE LA RELACION

Transp Interparr

Nombre completo de la relación :

Operadoras de transporte interparroquial registradas en la UPGT al nivel del DMQ.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a la ubicación y descripción de las operadoras (compañías y cooperativas) de transporte interparroquial de personas registradas en la Unidad de Planificación y Gestión del Transporte en el 2001.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 26

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos

   - La relación contiene las sedes administrativas oficiales de las cooperativas y compañías de transporte interparroquial registradas en la UPGT en el 2001. Los datos provienen directamente de la UPGT que nos entregó un archivo Excel "INTERPARRFM.XLS" que contiene la información siguiente: codigo municipal de las operadoras, el nombre, el tipo de estatuto jurídico o razón social (compañía o cooperativa), dirección de la sede adminsitrativa (por nombre de calles), números de teléfono, la flota y la edad promedia de la flota especial y popular.
   - Se digitalizó en Savedit en base al fondo de referencia del distrito a 1/5 000 a partir de nombres de calles (dirección de la sede) contenidos en el archivo Excel "INTERPARRFM.XLS".

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

   - la cuantificación proviene del mismo archivo Excel "INTERPARRFM.XLS"

Fecha de integración : Octubre del 2001
Fecha de los datos: primer trimestre del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. clave : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio" (sede de las operadoras de transporte interparroquial). Se les dio un código de 1 a 27 (ya que en total están registradas 27 operadoras de transporte interparroquial, pero solo se pudo ubicar 26).
2. Código Municipal : atributo nominal que corresponde al código de cada operadora que aparece a veces pintado sobre las unidades.
3. Nombre empresa: atributo nominal correspondiente al nombre (simplificado a 16 carácteres) con que se conoce a las cooperativas y compañías de transporte interparroquial
4. **Tipo empresa** : atributo nominal que tiene 2 modalidades correspondientes al estatuto jurídico o razón social (cooperativa o compañía):

> *Cooperativa*[208[1]] *:* las cooperativas son formadas por personas naturales o jurídicas. Se requiere por lo menos 11 personas. El capital se compone de aporte de los socios, de cuotas de ingreso y multas, de bienes muebles e inmuebles que adquiera la cooperativa, etc... Los aportes de los socios están indivisibles y de igual valor. Se puede constituir cooperativas de transporte, ya sea a base de un capital común aportado por los socios con el cual se adquiere las unidades que son de propiedad de la cooperativa (cooperativa de caja común), ya sea a base de la aportación de una unidad por cada socio (mayoría de los casos). En todas las cooperativas los socios deben siempre ser chóferes profesionales y manejar su propia unidad. Sin embargo, por la larga duración de la jornada o por enfermedad, el socio puede utilizar los servicios de un ayudante. Dos o más chóferes profesionales pueden ser dueños de un mismo vehículo e ingresar como socios en la cooperativa de transporte con esa unidad. En ninguna cooperativa un socio puede tener más de una unidad, ni aún en cabeza de terceros. Las cooperativas de transporte están sujetas a la Ley General de Tránsito. Las cooperativas dependen de la Dirección Nacional de Cooperativas del Ministerio de Previsión Social y Cooperativas.

[208[1]] CONAM, 2001, Desarrollo de un mecanismo de centralización del sistema de recaudación de pasajes urbanos y un modelo más seguro de operatividad de las cooperativas de transportación urbana en la provincia del Guayas, República del Ecuador.

Compañía : las empresas (o sociedades) deben ser propietarias de la flota en operación (en teoría). "la hipotética conformación de empresas supondría un aporte de capital de los socios a la misma y la efectiva transferencia de la propiedad de las unidades, de cabeza de los socios a la compañía concesionaria". Se puede distinguir dos tipos de compañías, las Compañías de Responsabilidad Limitada (CRL) y las Compañías Anónimas (CA). En las CRL, no puede tener menos de 3 ni más de 15 socios. El capital social se encuentra representado en participaciones transferibles. Se forma con las aportaciones de los socios y no puede ser inferior a un monto fijado periódicamente por la Superintendencia de Compañías. En las CA no tiene limitaciones de socios. El capital se encuentra dividido en acciones nominativas negociables, formado con las aportaciones de los accionistas, los que responden únicamente hasta el monto de sus acciones. Todas las compañías dependen de la Superintendencia de Compañías. En esa modalidad no se distinguió los dos tipos de compañías.

Como su nombre lo indica los buses interparroquiales, a cargo del municipio de Quito, operan entre la ciudad y las parroquias suburbanas del distrito metropolitano de Quito (San Antonio, Pomasqui, Calderón, Carapungo, Guayllabamba, Cumbayá, Tumbaco, Puembo, Tababela, Yaruqui, Checa, El Quinche, Pifo, La Merced, Pintag, Alangasí, Conocoto, Amaguaña). En cambio en las parroquias suburbanas tales como Llano Chico, Zámbiza, Nayón por su proximidad a la ciudad operan líneas urbanas. En fin, en las demás parroquias suburbanas que están afuera del distrito pero todavía en la provincia de *Pichincha*, circulan flotas intercantonales que dependen del Consejo Provincial de Tránsito (parroquias Cutuglahua, Tambillo, Aloag, Uyumbicho, Machachi en el cantón Mejía y parroquias Cotogchoa, Sangolquí en el cantón Rumiñahui). Para esas últimas operadoras intercantonales se aplica la legislación del Consejo Nacional de Tránsito (la vida útil por ejemplo es de 25 años).

5. **Teléfono1** : teléfono de la oficina (sede administrativa) de la operadora
6. **Teléfono2:** segundo número al que se puede llamar a la operadora (cuando existe)
7. **Teléfono3:** tercer número al que se puede llamar a la operadora (cuando existe)
8. **Flota Popular**: atributo numérico que corresponde al número de unidades (buses) popular de cada operadora. Los buses populares son aquellos que tienen "*normalmente"* más de 10 años de operación y máximo 20 que es la vida útil autorizada por la UPGT en el distrito de Quito.

La vida útil y la tipología de los buses "populares" y "especiales" son fijadas desde 1995 por la UPGT en el distrito (antes era por el Consejo Nacional de Tránsito). Se paga una tarifa diferente en función del tipo de bus y en función de la distancia recorrida. Esas tarifas también están determinadas por la UPGT en concertación con los transportistas.

Unidad utilizada : número de vehículos tipo popular que operan en cada operadora
Valor mínimo : 1
Valor máximo : 55
Valor promedio : 14.4
Suma : 376
Desviación estandar (Ecart-type) : 15.18

9. **Edad Promed Popu**: atributo numérico que corresponde a un promedio del año civil del modelo de los vehículos populares (año de construcción). Ojo : cuidado no hacer la suma con este valor.

Nota : puede ser que algunos buses a pesar de no cumplir los 10 años estén clasificados como populares. Eso acontece cuando el bus no cumple con los requisitos técnicos mínimos tales como la edad del chasis, la altura de las puertas, el espacio entre los asientos..... esos requisitos están verificados por un grupo de personal técnico de la UPGT. Acontece también cuando los mismos choferes exigen que sus unidades esten clasificadas como populares. Esa clasificación presenta la ventaja para los transportistas de llevar pasajeros parados, lo que es prohibido en los especiales. Al final pueden cargar más pasajeros y a pesar de que los pasajes sean más bajos en los populares, les resulta más conveniente. Esa práctica es totalmente ilegal.

Unidad utilizada : años civiles (año de construcción del modelo)
Valor mínimo : 1982
Valor máximo : 1998

Valor promedio : 1990
Desviación estandar (Ecart-type) : 4.09

11. Flota Especial: atributo numérico que corresponde al número de unidades (buses) especiales de cada operadora. Los buses especiales son aquellos que tienen "*normalmente*" menos de 10 años de operación.

Unidad utilizada : número de vehículo tipo especial que operan en cada operadora
Valor mínimo : 0
Valor máximo : 99
Valor promedio : 10.15
Suma : 264
Desviación estandar (Ecart-type) : 20.79

12. Edad Promed Espe: atributo numérico que corresponde a un promedio de año civil del modelo de los vehículos especiales (año de construcción). Ojo : cuidado no hacer la suma con este valor.

Unidad utilizada : años civiles (año de construcción del modelo)
Valor mínimo : 1993
Valor máximo : 1998
Valor promedio : 1996
Desviación estandar (Ecart-type) : 1.23

NOMBRE DE LA RELACION

Transp Urbano

Nombre completo de la relación :

Operadoras de transporte urbano registradas en la UPGT al nivel del DMQ.

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa "Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito".

Descripción detallada de la relación :

corresponde a la ubicación y descripción de las operadoras (compañías y cooperativas) urbanas de transporte de personas registradas en la Unidad de Planificación y Gestión del Transporte en el 2001.

Tipo de relación

1. localizada
2. puntual

Número de objetos en la relación : 55

Base : mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos

    - La relación contiene las sedes administrativas oficiales de las cooperativas y compañías de transporte urbano registradas en la UPGT en el 2001. Los datos provienen directamente de la

UPGT que nos entregó un archivo Excel "URBANOFM.XLS" que contiene la información siguiente: codigo municipal de las operadoras, el nombre, el tipo de estatuto jurídico o razón social (compañía o cooperativa), dirección de la sede adminsitrativa (por nombre de calles), números de teléfono, la flota y la edad promedia de la flota especial y popular.

- Se digitalizó en Savedit en base al fondo de referencia del distrito a 1/5 000 a partir de nombres de calles (dirección de la sede) contenidos en el archivo Excel "URBANOFM.XLS"

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    - La cuantificación proviene del mismo archivo Excel "URBANOFM.XLS". Algunos campos fueron corregidos en base a la información recuperada en las entrevistas a gerentes de operadoras de transporte efectuadas por Alexandra Mena y Florent Demoraes en Abril del 2001. En algunos casos se vio que el registro no está actualizado.

Fecha de integración : Octubre del 2001
Fecha de datos : primer trimestre del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **clave :** atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio" (sede de las operadoras de transporte urbano). Se les dio un código de 1 a 57 (ya que en total están registradas 57 operadoras de transporte urbano, pero solo se pudo ubicar 55).
2. **Código Municipal :** atributo nominal que corresponde al código de cada operadora que aparece a veces pintado sobre las unidades.
3. Nombre empresa: atributo nominal correspondiente al nombre (simplificado a 16 carácteres) con que se conoce a las cooperativas y compañías de transporte urbano
4. Tipo empresa : atributo nominal que tiene 2 modalidades correspondientes al estatuto jurídico o razón social (cooperativa o compañía):

Cooperativa[209[1]] *:* las cooperativas son formadas por personas naturales o jurídicas. Se requiere por lo menos 11 personas. El capital se compone de aporte de los socios, de cuotas de ingreso y multas, de bienes muebles e inmuebles que adquiera la cooperativa, etc... Los aportes de los socios están indivisibles y de igual valor. Se puede constituir cooperativas de transporte, ya sea a base de un capital común aportado por los socios con el cual se adquiere las unidades que son de propiedad de la cooperativa (cooperativa de caja común), ya sea a base de la aportación de una unidad por cada socio (mayoría de los casos). En todas las cooperativas los socios deben siempre ser chóferes profesionales y manejar su propia unidad. Sin embargo, por la larga duración de la jornada o por enfermedad, el socio puede utilizar los servicios de un ayudante. Dos o más chóferes profesionales pueden ser dueños de un mismo vehículo e ingresar como socios en la cooperativa de transporte con esa unidad. En ninguna cooperativa un socio puede tener más de una unidad, ni aún en cabeza de terceros. Las cooperativas de transporte están sujetas a la Ley General de Tránsito. Las cooperativas dependen de la Dirección Nacional de Cooperativas del Ministerio de Previsión Social y Cooperativas.

Compañía : las empresas (o sociedades) deben ser propietarias de la flota en operación (en teoría). "la hipotética conformación de empresas supondría un aporte de capital de los socios a la misma y la efectiva transferencia de la propiedad de las unidades, de cabeza de los socios a la compañía concesionaria". Se puede distinguir dos tipos de compañías, las Compañías de Responsabilidad Limitada (CRL) y las Compañías Anónimas (CA). En las CRL, no puede tener menos de 3 ni más de 15 socios. El capital social se encuentra representado en participaciones transferibles. Se forma con las aportaciones de los socios y no puede ser

[209[1]] CONAM, 2001, Desarrollo de un mecanismo de centralización del sistema de recaudación de pasajes urbanos y un modelo más seguro de operatividad de las cooperativas de transportación urbana en la provincia del Guayas, República del Ecuador.

inferior a un monto fijado periódicamente por la Superintendencia de Compañías. En las CA no tiene limitaciones de socios. El capital se encuentra dividido en acciones nominativas negociables, formado con las aportaciones de los accionistas, los que responden únicamente hasta el monto de sus acciones. Todas las compañías dependen de la Superintendencia de Compañías. En esa modalidad no se distinguió los dos tipos de compañías.

Los buses urbanos circulan únicamente en el interior de la ciudad de Quito stricto sensu y también en tres parroquias suburbanas muy cercanas de la ciudad que son Nayón, Zámbiza y Llano Chico. Se paga para viajar en toda esa area geográfica una tarifa única (fijada por la UPGT) que no está relacionada con la distancia recorrida.

5. **Teléfono1** : teléfono de la oficina (sede administrativa) de la operadora
6. **Teléfono2:** segundo número al que se puede llamar a la operadora (cuando existe)
7. **Teléfono3:** tercer número al que se puede llamar a la operadora (cuando existe)
8. **Flota Popular**: atributo numérico que corresponde al número de unidades (buses) popular de cada operadora. Los buses populares son aquellos que tienen "*normalmente"* más de 10 años de operación y máximo 20 que es la vida útil autorizada por la UPGT en el distrito de Quito.

Ojo : puede ser que algunos buses a pesar de no cumplir los 10 años estén clasificados como populares. Eso acontece generalmente cuando el bus no cumple con los requisitos técnicos mínimos tales como la edad del chasis, la altura de las puertas, el espacio entre los asientos..... esos requisitos están verificados por un grupo de personal técnico de la UPGT. La vida útil y la tipología de los buses "populares" y "especiales" son fijadas desde 1995 por la UPGT en el distrito (antes era por el Consejo Nacional de Tránsito). En cambio la categoría "Integrados" es determinada por la UOST (Unidad Operadora del Sistema Trolebus). A cada tipo de bus se paga una tarifa diferente. La más barrata es el Popular 14 ctvs, luego el Especial 20 ctvs e Integrado 20 ctvs (tarifa integrada con el trole). Esas tarifas fijadas por la UPGT son las que son vigentes en noviembre del 2001.

Unidad utilizada : número de vehículos tipo popular que operan en cada operadora
Valor mínimo : 0
Valor máximo : 77 (EMT)
Valor promedio : 9.7
Suma : 534
Desviación estandar (Ecart-type) : 11,91

9. **Edad Promed Popu**: atributo numérico que corresponde a un promedio de año civil del modelo de los vehículos populares (año de construcción). Ojo : cuidado no hacer la suma con este valor.

Unidad utilizada : años civiles (año de construcción del modelo)
Valor mínimo : 1980
Valor máximo : 1993
Valor promedio : 1988
Desviación estandar (Ecart-type) : 2.61

10. **Flota Especial**: atributo numérico que corresponde al número de unidades (buses) especiales de cada operadora. Los buses especiales son aquellos que tienen menos de 10 años de operación. La vida útil es fijada por el Consejo Nacional de Tránsito).

Unidad utilizada : número de vehículo tipo especial que operan en cada operadora
Valor mínimo : 0
Valor máximo : 191
Valor promedio : 36,2
Suma : 1990 (incluyendo las 112 unidades del trolebus)
Desviación estandar (Ecart-type) : 34,6

11. **Edad Promed Espe**: atributo numérico que corresponde a un promedio de año civil del modelo de los vehículos especiales (año de construcción). Ojo : cuidado no hacer la suma con este valor.

Unidad utilizada : años civiles (año de construcción del modelo)
Valor mínimo : 1990

Valor máximo : 1998
Valor promedio : 1995
Desviación estandar (Ecart-type) : 1,26

NOMBRE DE LA RELACION

Vías POT DM 2001

Nombre completo de la relación :

Vías principales contenidas en el mapa del Plan General de Desarrollo Territorial del Distrito Metropolitano del 2001 (PGDT ex-POT / Plan de Ordenamiento territorial)

Modo de constitución de la relación :

Relación creada en el marco del programa “Sistema de Informaciòn y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”.

Descripción detallada de la relación :

Corresponde a las vías principales clasificadas por categoría contenidas en el mapa del Plan General de Desarrollo Territorial (PGDT) del Distrito Metropolitano del 2001. También incluye los proyectos.

Tipo de relación

1. localizada
2. linear

Nùmero de objetos en la relación : 1235

Base : Mobilite
Vista externa : upgt

Fuente de los datos :

1. Fuentes que permitieron localizar los objetos.

    - Esa relación ha sido creada a partir del mapa de la red vial principal realizada dentro del marco del PGDT por la DMTV. Este archivo inicial se hizo en Microstation “vias-dmq.dgn”. Luego se lo exportó a ArcView (shape file) y luego a Savedit.
    - Este mapa se hizo en base a la cartografía al 1/5 000. Se puede considerar en lo que se refiere a vías principales existentes y proyectadas como la información la más actualizada hasta la fecha (octubre del 2001). Inicialmente, en el archivo Microstation había un número mayor de categoría de vías (principales o arteriales, principales o arteriales en proyecto, colectoras suburbanas, colectoras suburbanas en proyecto, secundaria o colectora urbana, secundaria o colectora urbana en proyecto, locales existentes, locales en proyecto, carreteras nacionales, carreteras de segundo orden), pero para el programa de investigación “SIG y Riesgos” no hacía falta tener tantos detalles así que se simplificó la cantidad de categoría de vías como se lo detallará a continuación en la parte relativa a los atributos.
    - La escala de integración es la misma que en el archivo de origen es decir al 1/5 000. Para las vías que van a Cayambe y a Ibarra al Noreste se utilizó el único fondo diponible que es un fondo establecido a partir de los mapas del IGM al 1/50 000 (pero no concierna muchos tramos).

2. Fuentes solo sirvieron para calificar o cuantificar los objetos

    /

Fecha de integración : septiembre del 2001
Fecha de los datos : primer semestre del 2001

Responsable de la recopilación de datos : Florent Demoraes

Responsable de integración de los datos a la base : Florent Demoraes

Atributos :

1. **Clave** : atributo nominal que indica el código que se asignó a cada objeto localizado en el espacio (tramo vial por categoría). Inicialmente, el mapa de Microstation tenía 1263 tramos. Luego, se procedió a una limpieza, es decir se eliminaron algunos tramos, se unieron otros y se cambiaron algunos de categoría (ejemplo de proyectos considerados como red existente). Se corregió los trazados mal digitalizados (ejemplo de la vía a Nono). Al final quedan 1235 tramos y algunas claves ya no existen.
2. **clasificación** : atributo nominal con 9 modalidades que corresponden a las categorías de vías simplificadas en relación al archivo inicial de Microstation. Por el límite de 16 carácteres inherente al Savane se tuvo que cortar los nombres. Tenemos entonces :

   "Carret. Nacional" : las carreteras nacionales pertenecen a la red vial nacional (comunicación entre provincias). Esa red está a cargo del MOP – Ministerio de Obras Públicas)
   "Col. Urb.y Subur" : las colectoras urbanas y suburbanas son vías que permiten salir/acceder de/a un barrio, de/a una urbanización hacia/desde una vía principal. Esas vías son a cargo del municipio (generalmente de las administraciones zonales)
   "Col.Urb-Sub Proy" : colectoras urbanas y suburbanas en proyecto.
   "Locales existent" : las locales existentes son vías internas a un sector, a un barrio. Esas vías son a cargo del municipio (generalmente de las administraciones zonales)
   "Princ. o Arteria" : las vías principales o arteriales son los ejes estructurantes que permiten vincular la ciudad con las parroquias suburbanas o que permiten desplazarse rapidamente de una extremidad de la ciudad a la otra.
   "Prop.variante" : las propuestas de variante son alternativas para el trazado de un proyecto dado.
   "Proyecto" : son proyectos no categorizados.
   "Secundaria" : son vías poco transitadas, y/o con muchas curvas y/o con desnivel importante.
   "V.Nuevo Aeropuer" : es el trazado casi definitivo de la vía que permitriá llegar al nuevo aeropuerto en la parroquia suburbana de Puembo.
   "Perimetral Metro" : es el trazado casi definitivo de la vía que permitriá circunvalar la ciudad de Quito por el lado oriental (Vía Perimetral Metropolitana)

12 - Matrice de vulnérabilités des axes enjeux (par tronçon)

L – 1A - Vulnérabilités intrinsèques liées aux caractéristiques du support physique

Considère tout ce qui contribue à réduire au quotidien la fluidité des flux, la vitesse de déplacement, à rendre chaotique la circulation. Considère aussi une série de facteurs qui laissent présager certains problèmes (affaissement des zones de remblai, effondrement d'un pont...).

(pour la plupart des critères, si au moins une partie de chacun des 34 tronçons est vulnérable alors l'ensemble du tronçon sera considéré comme étant vulnérable)

			Réductions effectives de la fluidité de la circulation	
		LIGNES	**L - 1 - a**	
			état du revêtement	
			bon état	
			état satisfaisant	
			mauvais état	
		Commentaires et Méthode	*Un groupe de techniciens de la DMT s'est prononcé (Arq. Vinicio Marroquín, Arq. Julio Arteaga, Arq. Gerardo Viteri). Il s'agit de l'état des chaussées au début décembre 2003. C'est donc avant tout une appréciation subjective. Lorsque le tronçon est en bon état on lui donne la valeur 0. Lorsque le tronçon est en état satisfaisant, on lui donne la valeur 1. Lorsque le tronçon est en mauvais état, on lui donne la valeur 2. Lorsque le tronçon est dans une situation intermédiaire, comportant par exemple un site propre en mauvais état et des chaussées latérales transitées par les voitures en bon état, on lui donne aussi la valeur 2.*	
		Valoration	bon état --> 0 état satisfaisant --> 1 en partie bon ou satisfaisant et en partie mauvais -->2 mauvais état --> 2	
clef	**nomenclature**	**localisation**	**état du revêtement**	
1	Panamericana Norte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	bon état	0
2	Panamericana Norte	entre Guayllabamba y Calderón	état satisfaisant	1
3	Panamericana Norte	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	bon état	0
4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	état satisfaisant	1
5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	état satisfaisant	1
6	Interoceánica	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	état satisfaisant	1
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	état satisfaisant	1
8	Autopista Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	bon état	0
9	Autopista Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	bon état	0
10	Panamericana Sur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	bon état	0

11	Panamericana Sur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	état satisfaisant	1
12	Diego Vasquez y Prensa	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	état satisfaisant	1
13	Galo Plaza Lasso	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	état satisfaisant	1
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	bon état	0
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	bon état	0
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal	bon état	0
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	bon état	0
18	10 de Agosto	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	en partie bon, en partie mauvais	2
19	América	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	mauvais état	2
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	bon état	0
21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	état satisfaisant	1
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	bon état	0
23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	bon état	0
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria	bon état	0
25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	mauvais état	2
26	*Pichincha*	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	état satisfaisant	1
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora	en partie satisfaisant, en partie mauvais	2
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	bon état	0
29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	état satisfaisant	1
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	bon état	0
31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	bon état	0
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	bon état	0
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	bon état	0
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	bon état	0

L – 1B - Vulnérabilités intrinsèques liées aux caractéristiques du support physique

Considère tout ce qui contribue à réduire au quotidien la fluidité des flux, la vitesse de déplacement, à rendre chaotique la circulation. Considère aussi une série de facteurs qui laissent présager certains problèmes (affaissement des zones de remblai, effondrement d'un pont...).
(pour la plupart des critères, si au moins une partie de chacun des 34 tronçons est vulnérable alors l'ensemble du tronçon sera considéré comme étant vulnérable)

	Réductions effectives de la fluidité de la circulation					
	L - 1 - b		**L - 1 - c**		**L - 1 - d**	
	fonctionnalité		**nombre de systèmes de feux tricolores**		**pente maximale**	
	totale		aucun système		faible ou nulle (moins de 5 %)	
	partielle (réfection, élargissement)		système municipal		moyenne (entre 5 et 10 %)	
	très réduite		système de la police		forte (supérieure à 10 %)	
			double système			
	lorsqu'un tronçon est en cours de réfection, d'élargissement, lorsque des ouvrages d'art routiers sont en cours de construction, ou lorsqu'un site propre est mis en place, alors la fonctionnalité du tronçon ne sera pas optimale (ralentissement à cause des travaux). En cas de travaux on donne la valeur 2 au tronçon et 0, le cas contraire. Il s'agit de la fonctionnalité des tronçons début décembre 2003. On ne tient compte que des grands travaux et on exclue les travaux de faible durée.		*Cette rubrique met en évidence une vulnérabilité institutionnelle certainement spécifique à Quito.. De manière schématique, si un axe comporte les deux systèmes (municipal et police), vu qu'ils ne sont pas synchronisés, la circulation est saccadée. Quand, le tronçon ne comporte que le système des policiers, vu qu'il s'agit de feux mécaniques dont le pas de temps est fixe, la régulation ne s'adapte pas aux variations horaires de trafic et la circulation est également saccadée. Quand le tronçon ne comporte que le système municipal, grâce auquel il est possible de synchroniser des "ondes vertes", la circulation est globalement plus fluide. Les tronçons ne comportant pas de feux tricolores, sont les voies d'accès au district ou les axes centre-périphérie rapides, comportant peu d'intersections et sur lesquels la circulation est fluide. Info récupérée lors des entretiens d'Iván auprès de techniciens de la DMT (Arq. Vinicio Marroquín, Arq. Julio Arteaga, Arq. Gerardo Viteri).*		*On considère que la pente d'un tronçon est forte lorsque plus de 25 % de sa longueur excède 10 %. On considère que la pente d'un tronçon est moyenne lorsque plus de 25 % de sa longueur est compris entre 5 et 10 %. On considère que la pente d'un tronçon est faible lorsque aucune section ne dépasse pas 5 %. Calcul effectué dans le SIG Savane sur la base d'un MNT dressé à partir des courbes de niveaux espacées de 5 mètres.*	
	totale --> 0 partielle --> 2 très réduite --> 4		aucun système --> 0 système municipal --> 1 système de la police ou double système --> 2		faible ou nulle --> 0 moyenne --> 1 forte --> 2	

clef	**fonctionnalité**		**nombre de systèmes de feux tricolores**		**pente maximale**	
1	totale	0	aucun système	0	forte	2
2	totale	0	aucun système	0	forte	2
3	totale	0	système de la police	2	moyenne	1
4	partielle (élargissement)	2	système de la police	2	moyenne	1
5	totale	0	système de la police	2	forte	2
6	totale	0	aucun système	0	forte	2
7	totale	0	système de la police	2	faible	0
8	totale	0	système de la police	2	forte	2
9	totale	0	aucun système	0	forte	2
10	partielle (élargissement)	2	système de la police	2	faible	0
11	totale	0	aucun système	0	forte	2

12	partielle (mise en place d'un site propre)	2	double système	2	moyenne	1
13	totale	0	système de la police	2	faible	0
14	totale	0	système de la police	2	faible	0
15	totale	0	double système	2	faible	0
16	totale	0	double système	2	moyenne	1
17	totale	0	double système	2	faible	0
18	totale	0	système municipal	1	faible	0
19	partielle (mise en place d'un site propre et construction de trois échangeurs)	2	pour le moment, tous les feux ont été enlevés. Ils seront remplacés par des feux municipaux	1	faible	0
20	totale	0	système de la police	2	moyenne	1
21	totale	0	double système	2	moyenne	1
22	totale	0	système municipal	1	faible	0
23	totale	0	système de la police	2	faible	0
24	totale	0	système municipal	1	faible	0
25	totale	0	système municipal	1	faible	0
26	partielle (mise en place d'un site propre)	2	système municipal	1	moyenne	1
27	totale	0	système municipal	1	moyenne	1
28	totale	0	système municipal	1	moyenne	1
29	totale	2	système de la police	2	forte	2
30	totale	0	double système	2	faible	0
31	totale	0	système de la police	2	faible	0
32	totale	0	système municipal	1	faible	0
33	totale	0	système municipal	1	faible	0
34	totale	0	système de la police	2	faible	0

L – 1C - Vulnérabilités intrinsèques liées aux caractéristiques du support physique

Considère tout ce qui contribue à réduire au quotidien la fluidité des flux, la vitesse de déplacement, à rendre chaotique la circulation.
Considère aussi une série de facteurs qui laissent présager certains problèmes (affaissement des zones de remblai, effondrement d'un pont...).
(pour la plupart des critères, si au moins une partie de chacun des 34 tronçons est vulnérable alors l'ensemble du tronçon sera considéré comme étant vulnérable)

Réductions effectives de la fluidité de la circulation	**Réductions épisodiques ou potentielles de la fludité de la circulation**		
L - 1 - e	**L - 1 - f**	**L - 1 - g**	**L - 1 - h**
sinuosité	**nombre de remblais**	**nombre de parties aériennes (viaduc, ponts)**	**nombre de parties souterraines (tunnel)**
faible ou nulle	[0 - 3 [	[0 - 3 [	0
Moyenne (courbes amples)	[3 - 9 [	[3 - 6 [	1
forte (virages en tête d'épingle ou lacets)	[9 - 16 [	[6 - 11 [	2
	tronçon construit sur remblai	tronçon construit sur un viaduc	3 et plus
on regarde le tracé des tronçons. Lorsque la route comporte des virages en tête d'épingle ou des lacets, sa sinuosité est forte. Lorsque la route comporte quelques grands virages, d'amples courbes, sa sinuosité est moyenne. Enfin, lorsque la route est quasi-rectiligne, sa sinuosité est faible ou nulle	*Ces critères sont sur un autre registre. Ils laissent présager d'autres problèmes (affaissements), un autre type d'entretien (tunnel), des destructions certainement plus graves en cas de séisme (viaduc). Le fait qu'un tronçon de route comporte des éléments de faiblesse le long de son parcours constitue une faiblesse du tronçon (c'est également suivant cette logique qu'ont été analysées la vulnérabilité des réseaux d'eau et d'électricité). Pour la cartographie, on peut dresser une carte de la vulnérabilité intrinsèque des axes routiers. On peut dresser une carte de la vulnérabilité intrinsèque des ponts et tunnels. On peut également dresser une carte de la vulnérabilité intrinsèque de l'ensemble du réseau viaire, en reportant par exemple la vulnérabilité intrinsèque des ouvrages par tronçon que l'on cumule à la vulnérabilité intrinsèque du tronçon.*		
	On superpose la carte des remblais avec la carte des tronçons routiers enjeux majeurs et on compte pour chacun d'entre eux combien de remblais ils recoupent. Les axes recoupent très fréquemment des ravines canalisées et remblayées. Plus rarement un axe est entièrement construit sur un cours d'eau canalisé. Nota : les zones de remblai correspondent au colmatage anthropique de ravins et de cours d'eau préalablement canalisés. Ceci dit, la plupart des remblais sont déjà anciens et sont donc relativement bien consolidés.	*Observation des ouvrages présents par tronçon (nombre d'ouvrages supportant ou recoupant chaque tronçon). Pour les voies d'accès, nous ne considérons que les ouvrages situés dans la partie couverte par la carte. Lorsqu'un ouvrage se situe à la charnière de deux tronçons, nous le comptabilisons dans les deux tronçons. J'ai repris la localisation des ouvrages d'art routier comportant un tablier suspendu du dernier rapport sur la vulnérabilité sismique de Galo.*	*On regarde quel tronçon comporte une section souterraine*
faible ou nulle --> 0 moyenne --> 1 forte --> 2	[0 - 3 [--> 0 [3 - 9 [--> 1 [9 - 16 [--> 2 voie construite au moins sur la moitié de sa longueur sur remblai --> 2	[0 - 3 [--> 0 [3 - 6 [--> 1 [6 - 11 [--> 2 tronçon construit sur viaduc à flanc de versant --> 2	aucun tunnel --> 0 au moins un tunnel --> 2

clef	**sinuosité**		**nombre de remblais**		**nombre de parties aériennes (viaduc, ponts)**		**nombre de parties souterraines (tunnel)**		**TOTAL VULNERABILITE**
1	forte	2	8 remblais	1	1	0	aucune	0	5
2	forte	2	6 remblais	1	2	0	aucune	0	6
3	moyenne	1	2 remblais	0	2	0	aucune	0	4
4	moyenne	1	5 remblais	1	2	0	aucune	0	8
5	forte	2	1 remblai	0	6	2	aucune	0	9
6	forte	2	5 remblais	1	1	0	aucune	0	6
7	moyenne	1	aucun remblai	0	0	0	aucune	0	4

8	moyenne	1	8 remblais	1	5	1	aucune	0	7
9	moyenne	1	2 remblais	0	3	1	aucune	0	4
10	faible	0	3 remblais	1	1	0	aucune	0	5
11	moyenne	1	6 remblais	1	2	0	aucune	0	5
12	moyenne	1	10 remblais	2	4	1	aucune	0	10
13	faible	0	12 remblais	2	5	1	aucune	0	6
14	faible	0	11 remblais	2	1	0	aucune	0	4
15	moyenne	1	voie entièrement construite sur remblai	2	0	0	aucune	0	5
16	faible	0	6 remblais	1	0	0	aucune	0	4
17	faible	0	4 remblais	1	0	0	aucune	0	3
18	faible	0	4 remblais	1	10	2	aucune	0	6
19	faible	0	5 remblais	1	2	0	aucune	0	6
20	moyenne	1	15 remblais	2	5	1	aucune	0	7
21	faible	0	3 remblais	1	2	0	aucune	0	5
22	faible	0	2 remblais	0	3	1	aucune	0	2
23	moyenne	1	4 remblais	1	3	1	aucune	0	5
24	faible	0	aucun remblai	0	3	1	aucune	0	2
25	faible	0	1 remblai	0	5	1	aucune	0	4
26	moyenne	1	voie construite sur la moitié de sa longueur sur remblai	2	viaduc à flanc de versant sur la moitié de la longueur du tronçon	2	aucune	0	10
27	forte	2	3 remblais	1	4	1	aucune	0	8
28	faible	0	5 remblais	1	4	1	3 tunnels	2	6
29	forte	2	6 remblais	1	3	1	aucune	0	11
30	faible	0	2 remblais	0	1	0	aucune	0	2
31	faible	0	5 remblais	1	0	0	aucune	0	3
32	faible	0	1 remblai	0	0	0	aucune	0	1
33	forte	2	4 remblais	1	0	0	aucune	0	4
34	faible	0	4 remblais	1	1	0	aucune	0	3

L – 2A - Vulnérabilités des flux et vulnérabilités liées au transport circulant sur le support physique

Considère tous les problèmes de trafic réguliers et épisodiques et les externalités possibles dues au transport de combustible. Considère aussi la vulnérabilité du fonctionnement des services de transport (pour la plupart des critères, si au moins une partie de chacun des 34 tronçons est vulnérable alors l'ensemble du tronçon sera considéré comme étant vulnérable)

			Problèmes quotidiens			
			L - 2 - a		**L - 2 - b**	
		LIGNES	**sujet aux embouteillages quotidiens**		**degré de pollution lié aux gaz d'échappement du transport en commun**	
			pas du tout		nul (aucune ligne AR)	
			faiblement		faible (moins de 10 lignes AR)	
			modérément		modéré ([10 - 30 [lignes AR)	
			fortement		fort (plus de 30 lignes AR)	
		Méthode	*Il s'agit des embouteillages aux heures de pointe (Source : CCO-UPGT). Ceux-ci concernent les extrémités des tronçons ou tout autre partie. Nous considérons qu'il y a embouteillage lorsque les véhicules constituent une file dépassant 200 m de long*		*On considère le nombre moyen de lignes de bus AR par tronçon (réseau de bus urbain et interparoissiaux de novembre 2002 - cf. première partie de thèse). Plus la concentration des lignes de bus est élevée, plus la conduite sera chaotique et polluante. Les différentes classes ont été définies compte tenu du contexte de Quito (capacité viaire du réseau). A Quito, l'essentiel de la pollution atmosphérique provient de la circulation automobile et plus particulièrement des bus.*	
		Valoration	pas du tout --> 0 faiblement --> 1 modérément --> 2 fortement --> 4		[0 - 1 [--> 0 [1 - 11 [--> 1 [11 - 31 [--> 2 [31 - 70] --> 4	
clef	**nomenclature**	**localisation**	**sujet aux embouteillages quotidiens**		**degré de pollution lié aux gaz d'échappement du transport en commun**	
1	Panamericana Norte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	faiblement ou pas du tout	0	[11 - 31 [	2
2	Panamericana Norte	entre Guayllabamba y Calderón	faiblement ou pas du tout	0	[11 - 31 [	2
3	Panamericana Norte	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	faiblement ou pas du tout	0	[11 - 31 [	2

4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	modérément	2	[11 - 31 [	2
5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	faiblement ou pas du tout	0	[11 - 31 [	2
6	Interoceánica	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	modérément	2	[11 - 31 [	2
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	modérément	2	[11 - 31 [	2
8	Autopista Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	modérément	2	[11 - 31 [	2
9	Autopista Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	faiblement ou pas du tout	0	[11 - 31 [	2
10	Panamericana Sur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	modérément	2	[31 - 70]	4
11	Panamericana Sur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	faiblement ou pas du tout	0	[31 - 70]	4
12	Diego Vasquez y Prensa	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	faiblement ou pas du tout	0	[11 - 31 [	2
13	Galo Plaza Lasso	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	faiblement ou pas du tout	0	[11 - 31 [	2
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	faiblement ou pas du tout	0	[1 - 11 [	1
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	modérément	2	[1 - 11 [	1
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal	fortement	4	[11 - 31 [	2
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	modérément	2	[31 - 70]	4
18	10 de Agosto	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	fortement	4	[1 - 11 [	1
19	América	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	fortement	4	[31 - 70]	4
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	faiblement ou pas du tout	0	[1 - 11 [	1

21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	faiblement ou pas du tout	0	[31 - 70]	4
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	fortement	4	[31 - 70]	4
23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	modérément	2	[11 - 31 [	2
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria	fortement	4	[31 - 70]	4
25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	faiblement ou pas du tout	0	[11 - 31 [	2
26	*Pichincha*	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	fortement	4	[31 - 70]	4
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora	faiblement ou pas du tout	0	[1 - 11 [	1
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	fortement	4	[31 - 70]	4
29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	fortement	4	[31 - 70]	4
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	modérément	2	[11 - 31 [	2
31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	modérément	2	[31 - 70]	4
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	modérément	2	[31 - 70]	4
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	faiblement ou pas du tout	0	[1 - 11 [	1
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	faiblement ou pas du tout	0	[31 - 70]	4

L – 2B - Vulnérabilités des flux et vulnérabilités liées au transport circulant sur le support physique

Considère tous les problèmes de trafic réguliers et épisodiques et les externalités possibles dues au transport de combustible. Considère aussi la vulnérabilité du fonctionnement des services de transport

(pour la plupart des critères, si au moins une partie de chacun des 34 tronçons est vulnérable alors l'ensemble du tronçon sera considéré comme étant vulnérable)

Problèmes quotidiens		**Perturbations épisodiques ou potentielles**					
L - 2 - c		**L - 2 - d**		**L - 2 - e**		**L - 2 - f**	
accidentalité		**sujet aux perturbations épisodiques (défilés, manif, surcharge de trafic lors des feriados, entretien d'ouvrage)**		**supportant un service de transport en commun fragile**		**grand axe de transport de combustible?**	
nulle		pas du tout ou faiblement		assez fragile (Ecovía)		non	
faible		modérément		fragile (Trolley)		oui	
modérée		fortement					
élevée							
j'ai considéré le nombre d'accidents reportés sur les grands axes (info de la DNT contenue dans Plan Maestro de la DMT), en extrapolant un peu pour les tronçons pour lesquels on n'a pas d'info.		*Certains axes sont régulièrement fermés pour cause de défilés, de manifestations ou littéralement engorgés en des circonstances précises (lors des jours fériés). D'une année sur l'autre, les évènements organisés (courses à pied, procession) parcourent les mêmes rues. Les évènements inopinés (manifestation de rue) occupent la plupart du temps les mêmes artères principales (10 de Agosto et rues à proximité du Congrès). Nous nous basons donc sur les perturbations épisodiques passées de grandes ampleurs (5 dernières années) et nous ne retenons pas les perturbations isolées qui ont peu de chance de se reproduire ou qui ont été de faible ampleur. Source : j'ai repris les travaux sur les concentrations de personnes de la relation "ConcentracPOB_lg" et j'ai utilisé aussi ma revue de presse. Il s'agit d'une appréciation synthétique qualitative personnelle.*		*Je reprends les différentes vulnérabilités du trolley et de la Ecovía par rapport au transport par bus que j'ai déjà développées dans le texte et au final, je démontrerai qu'ils sont plus vulnérables que les bus (ici on reporte la vulnérabilité d'un service de transport sur un axe). On regarde donc le parcours du trolley et de la Ecovía.*		*j'ai repris les itinéraires d'approvisionnement de la ville en combustible et les itinéraires de distribution de carburants à l'échelle de l'agglomération du livre "Los Lugares esenciales"*	
nulle --> 0 faible --> 1 modérée --> 2 élevée --> 4		pas du tout ou faiblement --> 0 modérément --> 1 fortement --> 2		aucun --> 0 Ecovía --> assez fragile --> 1 Trolley --> fragile --> 2		non --> 0 oui --> 2	

clef	**accidentalité**		**sujet aux perturbations épisodiques (défilés, manif, surcharge de trafic lors des feriados)**		**supportant un service de transport en commun fragile**		**grand axe de circulation de produits dangereux?**		**TOTAL VULNERABILITE**

1	faible	1	fortement (fermeture pendant plusieurs jours lors du soulèvement indigène)	2	aucun	0	non	0	5
2	élevée	4	modérément (ralentissement du trafic lors des jours fériés)	1	aucun	0	non	0	7
3	modérée	2	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	6
4	modérée	2	modérément (ralentissement du trafic lors des jours fériés)	1	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	9
5	modérée	2	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	6
6	élevée	4	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	10
7	faible	1	modérement (ralentissement du trafic lors des jours fériés)	1	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	8
8	modérée	2	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	8
9	faible	1	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	5
10	faible	1	modérément (ralentissement du trafic lors des jours fériés)	1	aucun	0	oui (voie d'approvisionnement)	2	10
11	élevée	4	modérément (ralentissement du trafic lors des jours fériés)	1	aucun	0	oui (voie d'approvisionnement)	2	11
12	modérée	2	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	non	0	4
13	élevée	4	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	8
14	élevée	4	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	7
15	faible	1	pas du tout ou faiblement	0	Ecovía	1	oui (voie de distribution)	2	7
16	modérée	2	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	non	0	8
17	modérée	2	fortement (défilé confraternité, course Ultimas noticias)	2	aucun	0	non	0	10
18	élevée	4	fortement (course Ultimas noticias, manifestations protestataires diverses)	2	Trolley	2	oui (voie de distribution)	2	15
19	élevée	4	modérément (manifestations protestataires étudiantes à proximité de l'Université Centrale)	1	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	15

20	élevée	4	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	7
21	modérée	2	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	non	0	6
22	faible	1	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	non	0	9
23	faible	1	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	non	0	5
24	faible	1	modérément (manifestations protestataires à proximité du congrès)	1	Ecovía	1	oui (voie de distribution)	2	13
25	faible	1	fortement (défilé fêtes de Quito, course ultimas noticias, marche du 1er mai, manifestations protestataires)	2	Trolley	2	oui (voie de distribution)	2	9
26	faible	1	pas du tout ou faiblement	0	Ecovía	1	non	0	10
27	faible	1	fortement (course ultimas noticias, marche du 1er mai, procession)	2	Trolley	2	non	0	6
28	élevée	4	modérément (nettoyage mensuel des tunnels)	1	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	15
29	faible	1	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	non	0	9
30	faible	1	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	7
31	modérée	2	pas du tout ou faiblement	0	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	10
32	modérée	2	modérément (défilé confraternité, course ultimas noticias)	1	Trolley	2	oui (voie de distribution)	2	13
33	modérée	2	pas du tout ou faiblement	0	Trolley	2	non	0	5
34	modérée	2	modérément (course ultimas noticias)	1	aucun	0	oui (voie de distribution)	2	9

L – 3A - Dépendance

La dépendance reflète les types d'énergie, les équipements et le personnel nécessaires à la gestion de la circulation et au fonctionnement de certains services de transport. Considère aussi certains matériaux nécessaires pour l'entretien des routes.

			Energie			
			L - 3 - a		L - 3 - b	
		LIGNES	feux tricolores		caténaires	
			aucun		non	
			peu nombreux (moins de 5)		oui	
			nombreux (5 et plus)			
		Méthode	*en gros, plus un axe comporte un nombre élevé de feux de signalisation, plus la circulation va en être tributaire, et plus les perturbations seront conséquentes en cas de dysfonctionnement du système (coupure électrique). Le nombre de feux (police + municipaux) a été récupéré lors des entretiens d'Iván.*		*sur certains axes, le transport en commun requiert de l'énergie électrique. Cette énergie est transportée par un système de caténaires (parcours du trolley)*	
		Valoration	aucun --> 0 peu nombreux (moins de 5) --> 1 nombreux (5 et plus) --> 2		non --> 0 oui --> 2	
clef	**nomenclature**	**localisation**	**feux tricolores**		**caténaire**	
1	Panamericana Norte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	aucun	0	non	0
2	Panamericana Norte	entre Guayllabamba y Calderón	aucun	0	non	0
3	Panamericana Norte	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	peu nombreux	1	non	0
4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	peu nombreux	1	non	0

5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	peu nombreux	1	non	0
6	Interoceánica	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	aucun	0	non	0
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	peu nombreux	1	non	0
8	Autopista Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	peu nombreux	1	non	0
9	Autopista Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	aucun	0	non	0
10	Panamericana Sur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	peu nombreux	1	non	0
11	Panamericana Sur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	aucun	0	non	0
12	Diego Vasquez y Prensa	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	nombreux	2	non	0
13	Galo Plaza Lasso	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	nombreux	2	non	0
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	peu nombreux	1	non	0
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	peu nombreux	1	non	0
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal	peu nombreux	1	non	0
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	nombreux	2	non	0
18	10 de Agosto	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	nombreux	2	oui	2
19	América	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	actuellement, il n'y a plus de feux, mais prochainement ils seront nombreux compte tenu du nombre d'interesections	2	non	0
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	peu nombreux	1	non	0
21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	peu nombreux	1	non	0
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	peu nombreux	1	non	0

23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	peu nombreux	1	non	0
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria	peu nombreux	1	non	0
25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	nombreux	2	oui	2
26	*Pichincha*	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	nombreux	2	non	0
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora	nombreux	2	oui	2
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	peu nombreux	1	non	0
29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	peu nombreux	1	non	0
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	nombreux	2	non	0
31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	nombreux	2	non	0
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	peu nombreux	1	oui	2
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	nombreux	2	oui	2
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	nombreux	2	non	0

L – 3B - Dépendance

La dépendance reflète les types d'énergie, les équipements et le personnel nécessaires à la gestion de la circulation et au fonctionnement de certains services de transport. Considère aussi certains matériaux nécessaires pour l'entretien des routes.

Energie			Matériaux		Communication	
L - 3 - c			**L - 3 - d**		**L - 3 - e**	
synthèse (électricité + caténaires)			**bitume (entretien)**		**moyen de communication (radio)**	
dépendance nulle ou faible			réfection peu fréquente (moins d'une fois tous les 3 ans)		non	
dépendance moyenne			réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)		oui	
dépendance forte			réfection très fréquente (au moins une fois par an)			
			A Quito, les routes s'abîment rapidement (compte tenu de la qualité médiocre du revêtement, des conditions atmosphériques, de la pression circulatoire..) et donc nécessitent un entretien plus fréquent que dans d'autres villes du monde. Certains axes requièrent un entretien encore plus soutenu (axe du trolley, extension sud exceptée). Information recueillie par Iván auprès des techniciens de la DMT (Arq. Vinicio Marroquín, Arq. Julio Arteaga, Arq. Gerardo Viteri).		*Certains services de transport ont impérativement besoin de radio pour circuler. C'est le cas du trolley et de la Ecovía. Compte tenu de la cadence rapprochée des unités, il est difficilement envisageable de fonctionner sans ce moyen de communication, car dès qu'un contretemps survient, il faut prévenir l'ensemble du système.*	
somme de la valoration des feux tricolores et de la valoration des caténaires	[0 - 2 [--> dépendance nulle ou faible --> 0 [2 - 3 [--> dépendance moyenne --> 2 [3 - 4 [--> dépendance forte --> 4		réfection peu fréquente (moins d'une fois tous les 3 ans) --> 0 réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans) --> 1 réfection très fréquente (au moins une fois par an) --> 2		non --> 0 oui --> 4	

clef	Somme	Equivalence		bitume (entretien)		moyen de communication (radio)		TOTAL VULNERABILITE
1	0	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
2	0	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
3	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
4	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1

5	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
6	0	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
7	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
8	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
9	0	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
10	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
11	0	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
12	2	dépendance moyenne	2	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	3
13	2	dépendance moyenne	2	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	3
14	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
15	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	oui	4	5
16	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
17	2	dépendance moyenne	2	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	3
18	4	dépendance forte	4	réfection très fréquente (au moins une fois par an)	2	oui	4	10
19	2	dépendance moyenne	2	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	3
20	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
21	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
22	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1

23	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
24	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	oui	4	5
25	4	dépendance forte	4	réfection très fréquente (au moins une fois par an)	2	oui	4	10
26	2	dépendance moyenne	2	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	oui	4	7
27	4	dépendance forte	4	réfection très fréquente (au moins une fois par an)	2	oui	4	10
28	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
29	1	dépendance nulle ou faible	0	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	1
30	2	dépendance moyenne	2	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	3
31	2	dépendance moyenne	2	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	3
32	3	dépendance moyenne	2	réfection très fréquente (au moins une fois par an)	2	oui	4	8
33	4	dépendance forte	4	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	oui	4	9
34	2	dépendance moyenne	2	réfection fréquente (au moins une fois tous les 3 ans)	1	non	0	3

L – 4A - Exposition aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions associés au stockage de produits inflammables, susceptibilité d'endommagement de la voirie et susceptibilité de perturbation de la circulation

On analyse ici tous les phénomènes d'origine naturelle et les dangers d'explosions liés au stockage de produits dangereux susceptibles d'interrompre les flux de manière inopinée. L'aléa peut affecter soit le système de voiries, soit le système de transport.

A - Exposition aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions de produits inflammables

		Aléas d'origine naturelle						Aléa anthropique
	LIGNES	**coulées boueuses**	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**chute de cendres volcaniques**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	**explosions de produits dangereux**
		0	0	0	0	2	0	0
		1	1	1	1		1	1
		3	3	3	3		3	3
	Méthode	*J'ai regardé aléa par aléa, quelle est la situation de chaque tronçon. J'ai donné la valeur 1 lorsque le tronçon (tout ou partie) est situé dans une zone de risque mineur, 3 lorsqu'il est situé dans une zone de risque majeur. Pour les cendres volcaniques (rajoutées aux autres aléas) étant donné qu'il est impossible de distinguer des zones à plus ou moins haut risque, j'ai donné la valeur 2. Puis j'ai fait la somme. Nota : A partir du moment où un troncon peut être interrompu (ou que ce soit), c'est la fonction qui est remise en cause*						*J'ai regardé par rapport aux zones à risques liés au stockage de produits dangereux inflammables et explosifs, quelle est la situation de chaque tronçon. A partir du moment où un tronçon est exposé à un endroit, on considère que c'est l'ensemble du tronçon qui est exposé (car ils ont été définis à partir d'une fonctionnalité homogène). J'ai donné la valeur 1 lorsque le tronçon (tout ou partie) est situé dans une zone de risque mineur, 3 lorsqu'il est situé dans une zone de risque majeur.*

clef	**nomenclature**	**localisation**	**coulées boueuses**	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**chute de cendres volcaniques**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	**explosions de produits dangereux**	**Total exposition**
1	Panamericana Norte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	0	0	1	1	2	0	0	4
2	Panamericana Norte	entre Guayllabamba y Calderón	0	0	1	1	2	3	3	10

3	Panamericana Norte	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	0	0	1	1	2	0	3	7
4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	0	0	1	1	2	3	0	7
5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	0	0	3	1	2	3	3	12
6	Interoceánica	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	0	0	3	1	2	0	1	7
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	0	0	0	1	2	3	0	6
8	Autopista Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	0	0	3	1	2	3	0	9
9	Autopista Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	0	0	3	1	2	0	0	6
10	Panamericana Sur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	0	0	1	1	2	3	0	7
11	Panamericana Sur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	0	0	1	3	2	3	3	12
12	Diego Vasquez y Prensa	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	3	3	1	3	2	3	3	18

13	Galo Plaza Lasso	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	0	1	1	3	2	1	3	11
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	3	1	3	0	2	3	1	13
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	0	1	1	3	2	0	3	10
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal	1	1	3	0	2	0	1	8
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	0	3	1	3	2	0	1	10
18	10 de Agosto	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	3	3	1	3	2	3	1	16
19	América	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	1	1	1	3	2	3	3	14
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	1	1	3	3	2	3	3	16
21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	1	1	3	3	2	3	1	14
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	3	1	1	3	2	1	1	12
23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	0	1	3	1	2	0	0	7
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria	0	1	1	1	2	0	0	5

25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	3	1	0	3	2	0	1	10
26	*Pichincha*	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	3	1	3	3	2	1	0	13
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora	3	3	3	3	2	3	3	20
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	3	1	3	3	2	3	1	16
29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	1	3	3	3	2	0	3	15
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	3	1	1	3	2	1	0	11
31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	3	1	1	3	2	3	0	13
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	1	3	1	3	2	0	0	10
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	0	1	1	3	2	0	3	10
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	0	3	1	3	2	0	3	12

B - Susceptibilité d'endommagement de la voirie

			Aléas d'origine naturelle						Aléa anthropique
		LIGNES	**coulées boueuses**	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**chute de cendres volcaniques**	**Lahars**	**explosions de produits dangereux**
			nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	
			légère	légère	légère	légère	légère	légère	forte
			forte	forte	forte	forte	forte	forte	
		Méthode	*on suppute a priori la susceptibilité d'endommagement des chaussées en cas de manifestations de chaque aléa (susceptibilité qui semble la plus plausible compte tenu des caractéristiques des aléas à Quito). On individualise trois classes "susceptibilité nulle", "susceptibilité légère" et "forte susceptibilité".*						*Face à une explosion, il est fort probable qu'il y ait des dégâts sur les axes (débris projetés sur la chaussée). Dans tous les cas de figure, quel que soit l'axe, il y a une forte susceptibilité.*
clef	**nomenclature**	**localisation**	**coulées boueuses**	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**chute de cendres volcaniques**	**Lahars**	**explosions de produits dangereux**
1	Panamericana Norte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
2	Panamericana Norte	entre Guayllabamba y Calderón	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
3	Panamericana Norte	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
6	Interoceánica	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
8	Autopista Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
9	Autopista Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
10	Panamericana Sur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte

11	Panamericana Sur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
12	Diego Vasquez y Prensa	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
13	Galo Plaza Lasso	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
18	10 de Agosto	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
19	América	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
26	*Pichincha*	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte

31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	légère	nulle	forte	forte	nulle	forte	forte

C - Susceptibilité de perturbation de la circulation et des services de transport

		Aléas d'origine naturelle						Aléa anthropique
	LIGNES	**coulées boueuses**	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**chute de cendres volcaniques**	**Lahars**	**explosions de produits dangereux**
		nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle
		légère	légère	légère	légère	légère	légère	légère
		forte	forte	forte	forte	forte	forte	forte
	Méthode	*on suppute a priori la susceptibilité de perturbation du trafic et du transport en commun en cas de manifestations de chaque aléa (susceptibilité qui semble la plus plausible). On se base sur les perturbations passées (pour le trolley notamment. Ce dernier est plus sensible à la chute de téphras et aux inondations que les autres véhicules). On individualise trois classes "susceptibilité nulle", "susceptibilité légère" et "forte susceptibilité". Nota : chaque aléa est susceptible de perturber au moins légèrement le trafic. On considère qu'il y a une légère susceptibilité lorsque la circulation est ralentie (passage possible mais pouvant être périlleux, impliquant une grande prudence chez les conducteurs). Ceci est le cas des inondations compte tenu de leurs caractéristiques à Quito (quelques décimètres d'eau tout au plus). On considère qu'il y a une forte susceptibilité lorsque la circulation est complètement bloquée (passage impossible). Ceci est le cas par exemple en cas de coulées boueuses, de glissements de terrain, de séisme..*						*Face à une explosion, compte tenu des dégâts occasionnés sur la chaussée et compte tenu des émanations de gaz toxiques et du rayonnement de chaleur, il est fort probable qu'il y ait des perturbations de la circulation et des services de transport. Dans tous les cas de figure, quel que soit l'axe, nous considérons qu'il y a une forte susceptibilité.*

clef	**nomenclature**	**localisation**	**coulées boueuses**	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**chute de cendres volcaniques**	**Lahars**	**explosions de produits dangereux**
1	Panamericana Norte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
2	Panamericana Norte	entre Guayllabamba y Calderón	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
3	Panamericana Norte	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
6	Interoceánica	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
8	Autopista Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte

9	Autopista Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
10	Panamericana Sur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
11	Panamericana Sur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
12	Diego Vasquez y Prensa	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
13	Galo Plaza Lasso	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
18	10 de Agosto	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	forte	forte (trolley)	forte	forte	forte (trolley)	forte	forte
19	América	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	forte	forte (trolley)	forte	forte	forte (trolley)		forte
26	*Pichincha*	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora	forte	forte (trolley)	forte	forte	forte (trolley)	forte	forte
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte

29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	forte	forte (trolley)	forte	forte	forte (trolley)	forte	forte
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	forte	forte (trolley)	forte	forte	forte (trolley)	forte	forte
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	forte	légère	forte	forte	légère	forte	forte

D - Bilan : Exposition aux aléas, susceptibilités d'endommagement et de perturbation

			Aléas d'origine naturelle												Aléa anthropique		
		LIGNES	**coulées boueuses**				**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**Lahars**		**explosions de produits dangereux**		
		Méthode	e = exposition														
			s_1 = susceptibilité d'endommagement de la voirie														
			s_2 = susceptibilité de perturbation du trafic et des transports en commun														
			Bes = bilan de l'exposition et des susceptibilités d'endommagement de la voirie et de perturbation du trafic														
			si e = 0 ; alors Bes = 0														
			si e = 1, et si s_1 ou s_2 = forte ; alors Bes = 2 ; sinon Bes = 1														
			si e = 2, et si s_1 ou s_2 = forte ; alors Bes = 3 ; sinon Bes = 2														
			si e = 3 et si s_1 ou s_2 = forte ; alors Bes = 4 ; sinon Bes = 3														
clef	**nomenclature**	**localisation**	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**		**Total exposition et susceptibilité**
1	Panamericana Norte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	1_forte_forte	2	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	0_forte_forte	0	6
2	Panamericana Norte	entre Guayllabamba y Calderón	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	1_forte_forte	2	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	14
3	Panamericana Norte	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	1_forte_forte	2	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	3_forte_forte	4	10
4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	1_forte_forte	2	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	10
5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	3_forte_forte	4	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	16
6	Interoceánica	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	3_forte_forte	4	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	1_forte_forte	2	10
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	0_forte_forte	0	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	8

8	Autopista Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	3_forte_forte	4	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	12
9	Autopista Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	3_forte_forte	4	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	0_forte_forte	0	8
10	Panamericana Sur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	1_forte_forte	2	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	10
11	Panamericana Sur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	0_légère_forte	0	0_nulle_légère	0	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	16
12	Diego Vasquez y Prensa	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	3_légère_forte	4	3_nulle_légère	3	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	23
13	Galo Plaza Lasso	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	0_légère_forte	0	1_nulle_légère	1	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	15
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	3_légère_forte	4	1_nulle_légère	1	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	1_forte_forte	2	17
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	0_légère_forte	0	1_nulle_légère	1	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	3_forte_forte	4	13
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal	1_légère_forte	2	1_nulle_légère	1	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	1_forte_forte	2	11
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	0_légère_forte	0	3_nulle_forte (trolley)	4	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_forte (trolley)	3	0_forte_forte	0	1_forte_forte	2	15
18	10 de Agosto	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	3_légère_forte	4	3_nulle_légère	3	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	1_forte_forte	2	21
19	América	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	1_légère_forte	2	1_nulle_légère	1	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	19
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	1_légère_forte	2	1_nulle_légère	1	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	21
21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	1_légère_forte	2	1_nulle_légère	1	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	1_forte_forte	2	19
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	3_légère_forte	4	1_nulle_légère	1	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	1_forte_forte	2	1_forte_forte	2	17
23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	0_légère_forte	0	1_nulle_légère	1	3_forte_forte	4	1_forte_forte	2	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	0_forte_forte	0	9
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria	0_légère_forte	0	1_nulle_forte (trolley)	2	1_forte_forte	2	1_forte_forte	2	2_nulle_forte (trolley)	3	0_forte_forte	0	0_forte_forte	0	9

25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	3_légère_forte	4	1_nulle_légère	1	0_forte_forte	0	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	1_forte_forte	2	13
26	*Pichincha*	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	3_légère_forte	4	1_nulle_forte (trolley)	2	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	2_nulle_forte (trolley)	3	1_forte_forte	2	0_forte_forte	0	19
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora	3_légère_forte	4	3_nulle_légère	3	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	25
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	3_légère_forte	4	1_nulle_légère	1	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	1_forte_forte	2	21
29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	1_légère_forte	2	3_nulle_légère	3	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	3_forte_forte	4	19
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	3_légère_forte	4	1_nulle_légère	1	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	1_forte_forte	2	0_forte_forte	0	15
31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	3_légère_forte	4	1_nulle_forte (trolley)	2	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_forte (trolley)	3	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	19
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	1_légère_forte	2	3_nulle_forte (trolley)	4	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_forte (trolley)	3	0_forte_forte	0	0_forte_forte	0	15
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	0_légère_forte	0	1_nulle_légère	1	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	3_forte_forte	4	13
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	0_légère_forte	0	3_nulle_légère	3	1_forte_forte	2	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	0_forte_forte	0	3_forte_forte	4	15

L – 5A - Capacité de contrôle de l'enjeu

Considère le personnel et les équipements qui permettent de contrôler et de fluidifier les conditions de circulation et/ou de résoudre les problèmes de voirie en période normale. Comprend aussi le contrôle de l'administration des tronçons et leur facilité d'accès, paramètre crucial lorsqu'il s'agit d'intervenir lors d'une d'urgence

			Capacité à contrôler les conditions de circulation et/ou les problèmes de voirie			
		LIGNES	**L - 5 - a**		**L - 5 - b**	
			personnel affecté pour la gestion du trafic et/ou du transport en commun		**moyen de communication**	
			très présent		oui	
			assez présent		non	
			peu présent			
			pas du tout présent			
		Méthode	*On tient compte de la présence des agents de circulation (policiers) et aussi des personnels affectés à certains axes pour contrôler le service (Trolley, Ecovía). On a individualisé 4 groupes : le trolley et la Ecovía qui ont leurs propres agents et qui circulent le long d'axes ou la police ne manque pas ; les vois centrales ou la police est plutôt bien présente ; les axes périphériques et axes suburbains ou elle est moins présente (sauf le dimanche). Enfin, le quatrième groupe "pas du tout présent" est imaginable mais n'est pas représenté à Quito.*		*on regarde les tronçons sur lesquels circulent le trolley ou la Ecovía, les deux services de transport peuvent être contrôlés grâce à un système radio. Les chauffeurs des unités peuvent être avertis des incidents sur le parcours et agir en conséquence (déviation, immobilisation à un arrêt, information auprès des usagers par haut-parleur...)*	
		Valoration	très présent --> 0 assez présent --> 2 peu présent --> 3 pas du tout présent --> 4		oui --> 0 non --> 4	

clef	**nomenclature**	**localisation**	**personnel affecté pour la gestion du trafic et/ou du transport en commun**		**moyen de communication**	
1	Panamericana Norte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	peu présent	3	non	4
2	Panamericana Norte	entre Guayllabamba y Calderón	peu présent	3	non	4
3	Panamericana Norte	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	peu présent	3	non	4
4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	peu présent	3	non	4

5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	peu présent	3	non	4
6	Interoceánica	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	peu présent	3	non	4
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	peu présent	3	non	4
8	Autopista Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	peu présent	3	non	4
9	Autopista Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	peu présent	3	non	4
10	Panamericana Sur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	peu présent	3	non	4
11	Panamericana Sur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	peu présent	3	non	4
12	Diego Vasquez y Prensa	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	assez présent	2	non	4
13	Galo Plaza Lasso	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	peu présent	3	non	4
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	peu présent	3	non	4
15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	assez présent	2	oui	0
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal	peu présent	3	non	4
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	peu présent	3	non	4
18	10 de Agosto	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	très présent	0	oui	0
19	América	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	assez présent	2	non	4
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	peu présent	3	non	4
21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	peu présent	3	non	4
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	très présent	0	non	4
23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	peu présent	3	non	4
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria	très présent	0	oui	0

25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	très présent	0	oui	0
26	*Pichincha*	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	très présent	0	oui	0
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora	très présent	0	oui	0
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	très présent	0	non	4
29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	très présent	0	non	4
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	très présent	0	non	4
31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	assez présent	2	non	4
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	très présent	0	oui	0
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	très présent	0	oui	0
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	assez présent	2	non	4

L – 5B - Capacité de contrôle de l'enjeu

Considère le personnel et les équipements qui permettent de contrôler et de fluidifier les conditions de circulation et/ou de résoudre les problèmes de voirie en période normale. Comprend aussi le contrôle de l'administration des tronçons et leur facilité d'accès, paramètre crucial lorsqu'il s'agit d'intervenir lors d'une d'urgence

Capacité à contrôler les conditions de circulation et/ou les problèmes de voirie			Facilité d'accès
L - 5 - c	**L - 5 - d**	**L - 5 - e**	**L - 5 - f**
télécontrôle de la signalisation	**contrôle par caméra**	**concession viaire**	**accessibilité**
tout à fait possible	entièrement	non	forte
partiellement possible	partiellement	oui	moyenne
impossible	inexistant		faible
Les deux centrales de "semaforización" peuvent calibrer à distance les feux de signalisation municipaux (tous ces feux sont raccordés à ces deux centrales situées dans le terminal Nord et dans le terminal El Recreo du trolley). Ce n'est pas le cas des feux des policiers qui ne sont pas gérables à distance. Donc si sur un tronçon on a que des feux municipaux, le télécontrôle est tout à fait possible, si sur un tronçon on a les deux systèmes, ce ne sera que partiellement possible et si un tronçon n'a que des feux relevant de la Police, ce sera impossible. J'ai repris l'info récupérée par Ivan de la rubrique "système de feux tricolores" de la catégorie "vulnérabilité intrinsèque liée à la circulation	*en fait le dispositif de caméras video permet grosso modo de visualiser le trafic au niveau de la Y et le long de la Ecovía (6 de Diciembre). Information recueillie par Iván auprès des techniciens de la DMT (Arq. Vinicio Marroquín, Arq. Julio Arteaga, Arq. Gerardo Viteri). Si le dispositif de caméra est un plus pour gérer le trafic, il n'est pas complètement indispensable. En effet, jusqu'en 2001, ce dispositif n'existait pas. Donc, la situation la pire (absence de caméra) est associée à la valoration 2 (et non pas 4).*	*Je pars du principe selon lequel un tronçon concédé au secteur privé est moins facilement contrôlable que lorsqu'il est géré directement par l'entité concédante. Cela permet d'introduire la vulnérabilité liée au rapport de force entre acteurs. Un exemple probant est celui de l'autopista Rumiñahui (contentieux sur la politique tarifaire entre HCPP et entreprise concessionnaire Tribasa Colisa). Pour résumer Tribasa Colisa augmente les tarifs du péage et le HCPP s'y oppose, les automobilistes protestent et ont déjà bloqué la circulation dans le passé.je regarde tous les tronçons concédés au secteur privé (cf. première partie thèse)*	*Moins un tronçon est accessible, moins il sera facile d'y parvenir en cas de problème. Pour calculer cette accessibilité, j'ai regardé le nombre de voies enjeux majeurs qui sont connectées à chaque tronçon. J'ai regardé aussi le nombre de voies principales (en dehors des artères enjeux majeurs) qui permettent d'accéder à chaque tronçon (elles permettent un accès rapide et ne sont pas des voies sans issue)*
tout à fait possible --> 0 partiellement possible --> 2 impossible --> 4	entièrement --> 0 partiellement --> 1 inexistant --> 2	non --> 0 oui --> 2	forte --> 0 moyenne --> 2 faible --> 4

clef	télécontrôle de la signalisation		contrôle par caméra		concession viaire		accessibilité		TOTAL VULNERABILITE
1	impossible	4	inexistant	2	oui	2	faible	4	19
2	impossible	4	inexistant	2	oui	2	faible	4	19
3	impossible	4	inexistant	2	non	0	moyenne	2	15
4	impossible	4	inexistant	2	non	0	moyenne	2	15
5	impossible	4	inexistant	2	non	0	moyenne	2	15
6	impossible	4	inexistant	2	non	0	moyenne	2	15
7	impossible	4	inexistant	2	oui	2	moyenne	2	17
8	impossible	4	inexistant	2	oui	2	moyenne	2	17
9	impossible	4	inexistant	2	oui	2	moyenne	2	17

10	impossible	4	inexistant	2	oui	2	faible	4	19
11	impossible	4	inexistant	2	non	0	moyenne	2	15
12	partiellement possible	2	partiellement (à la Y)	1	non	0	forte	0	9
13	impossible	4	partiellement (à la Y)	1	non	0	forte	0	12
14	impossible	4	inexistant	2	non	0	moyenne	2	15
15	partiellement possible	2	partiellement (carrefour 6 de Diciembre et Gaspar de Villaroel)	1	non	0	forte	0	5
16	partiellement possible	2	inexistant	2	non	0	forte	0	11
17	partiellement possible	2	inexistant	2	non	0	forte	0	11
18	tout à fait possible	0	partiellement (à la Y)	1	non	0	forte	0	1
19	pour le moment, impossible	4	partiellement (à la Y)	1	non	0	forte	0	11
20	impossible	4	inexistant	2	non	0	moyenne	2	15
21	partiellement possible	2	inexistant	2	non	0	forte	0	11
22	tout à fait possible	0	partiellement (carrefour 6 de Diciembre et Patria)	1	non	0	forte	0	5
23	impossible	4	inexistant	2	non	0	moyenne	2	15
24	tout à fait possible	0	entièrement	0	non	0	forte	0	0
25	tout à fait possible	0	partiellement (depuis San Blas)	1	non	0	forte	0	1
26	tout à fait possible	0	partiellement (à la Marín)	1	non	0	forte	0	1
27	tout à fait possible	0	inexistant	2	non	0	forte	0	2
28	tout à fait possible	0	inexistant	2	non	0	forte	0	6
29	impossible	4	inexistant	2	non	0	forte	0	10
30	partiellement possible	2	inexistant	2	non	0	forte	0	8
31	impossible	4	inexistant	2	non	0	forte	0	12
32	tout à fait possible	0	inexistant	2	non	0	forte	0	2
33	tout à fait possible	0	inexistant	2	non	0	forte	0	2
34	impossible	4	inexistant	2	non	0	forte	0	12

L - 6 A- Alternatives de fonctionnement

Si la circulation est interrompue sur un tronçon, existe-t-il d'autres axes qui permettent de remplacer sa fonction et quelle est leur aptitude à la circulation ? Le réseau TC est-il en mesure de s'adapter face à la fermeture d'un axe? Face à une pénurie énergétique?

	Alternative routière	
	L - 6 - a	
LIGNES	**détour nécessaire pour relier les deux extremités d'un tronçon en ayant recours à un autre itinéraire**	
	assez court	
	assez long	
	extrêmement long	

Méthode	*j'ai virtuellement retiré chaque tronçon du réseau, et j'ai regardé quelles complications ça entraînerait pour pouvoir relier les deux secteurs normalement connectés. Lorsque le détour ne dépasse pas le double de la longueur du tronçon initial, je le classe dans "assez court". Lorsque le détour est deux à trois fois plus long que le tronçon initial, je le classe dans "assez long". Lorsque le détour dépasse plus de trois fois la longueur du tronçon, je classe dans "extrêmement long". Nous avons retenus les itinéraires de délestage les plus vraisemblables, c'est-à-dire en ayant recours au réseau routier principal (il existe certainement des itinéraires bis moins longs mais en tout cas pas forcément connus de tous les automobilistes)*	

Valoration	assez court --> 0 assez long --> 2 extrêmement long --> 4	

clef	localisation	détour nécessaire pour relier les deux extremités d'un tronçon en ayant recours à un autre itinéraire	
1	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	assez long	2
2	entre Guayllabamba y Calderón	extrêmement long	4
3	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	extrêmement long	4
4	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	extrêmement long	4
5	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	extrêmement long	4
6	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	assez long	2
7	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	assez court	0
8	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	assez court	0
9	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	assez court	0
10	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	extrêmement long	4
11	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	extrêmement long	4
12	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	assez court	0
13	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	assez court	0
14	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	assez court	0
15	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	assez court	0
16	entre Los Granados y Portugal	assez court	0
17	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	assez court	0
18	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	assez court	0

19	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	assez court	0
20	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	assez court	0
21	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	assez court	0
22	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	assez court	0
23	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	assez court	0
24	entre 10 de Agosto y Patria	assez court	0
25	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	assez court	0
26	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	assez court	0
27	entre San Blas y la Villa Flora	assez court	0
28	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	assez long	2
29	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	assez long	2
30	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	assez long	2
31	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	assez long	2
32	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	assez court	0
33	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	assez court	0
34	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	assez court	0

L – 6B - Alternatives de fonctionnement

Si la circulation est interrompue sur un tronçon, existe-t-il d'autres axes qui permettent de remplacer sa fonction et quelle est leur aptitude à la circulation ? Le réseau TC est-il en mesure de s'adapter face à la fermeture d'un axe? Face à une pénurie énergétique?

Alternative routière		**Alternative de fonctionnement du TC**			
L - 6 - b		**L - 6 - c**		**L - 6 - d**	
aptitude à la circulation sur les itinéraires de délestage		**adaptabilité des services de transport**		**alternative énergétique**	
bonne		facile		oui	
assez bonne		difficile		non	
mauvaise					

J'ai analysé sur les axes de délestage si la circulation est aisée. J'ai formulé une appréciation moyenne basée sur les caractéristiques des axes de délestage (sont-ils sujets aux embouteillages, sont-ils sinueux, sont-il pentus, étroits, quel est leur état?)		*Toutes les lignes de bus peuvent modifier assez facilement leur itinéraire habituel, ce n'est pas le cas du trolley et de la Ecovía. Ces services sont moins facilement adaptatifs. Ils sont davantage tributaires d'un parcours fixe (site propre) le long duquel se trouvent les stations pour déposer/recevoir les passagers. Je regarde donc les parcours du trolley et de la Ecovía. Pour certains modes de transport (Tramway et métro), cela est carrément impossible, mais nous ne sommes pas dans ce cas de figure à Quito.*		*le trolley est le seul mode de transport à pouvoir fonctionner aussi bien à l'électricité qu'au diesel. Je regarde donc le parcours du trolley*	

bonne --> 0 assez bonne --> 1 mauvaise --> 2		facile --> 0 difficile --> 2 impossible --> 4		oui --> 0 non --> 4	

	aptitude à la circulation sur les itinéraires de délestage												
clef	**embouteillage**	**sineux**	**pentus**	**étroits**	**état**	**TOTAL**	**Synthèse**		**adaptabilité des services de transport**		**alternative énergétique**		**TOTAL VULNERABILITE**
1		1	1			2	assez bonne	1	facile	0	non	4	7
2	1	1	1		1	4	mauvaise	2	facile	0	non	4	10
3	1	1	1		1	4	mauvaise	2	facile	0	non	4	10
4		1				1	bonne	0	facile	0	non	4	8
5		1	1			2	assez bonne	1	facile	0	non	4	9
6	1	1	1	1	1	5	mauvaise	2	facile	0	non	4	8
7		1		1		2	assez bonne	1	facile	0	non	4	5
8		1	1	1		3	assez bonne	1	facile	0	non	4	5
9	1	1	1	1		4	mauvaise	2	facile	0	non	4	6
10		1		2	2	5	mauvaise	2	facile	0	non	4	10
11	1	1	1			3	assez bonne	1	facile	0	non	4	9
12						0	bonne	0	facile	0	non	4	4
13						0	bonne	0	facile	0	non	4	4
14			1			1	bonne	0	facile	0	non	4	4
15	1					1	bonne	0	difficile (Ecovía)	2	non	4	6
16	1					1	bonne	0	facile	0	non	4	4
17	1					1	bonne	0	facile	0	non	4	4
18	1					1	bonne	0	difficile (trolley)	2	oui	0	2
19	1					1	bonne	0	facile	0	non	4	4

20	1		1			2	assez bonne	1	facile	0	non	4	5
21	1		1			2	assez bonne	1	facile	0	non	4	5
22	1			1		2	assez bonne	1	facile	0	non	4	5
23	1		1			2	assez bonne	1	facile	0	non	4	5
24	1					1	bonne	0	difficile (Ecovía)	2	non	4	6
25	1					1	bonne	0	difficile (trolley)	2	oui	0	2
26	1	1				2	assez bonne	1	difficile (Ecovía)	2	non	4	7
27	1	1	1			3	assez bonne	1	difficile (trolley)	2	oui	0	3
28	1	1	1			3	assez bonne	1	facile	0	non	4	7
29	1	1	1			3	assez bonne	1	facile	0	non	4	7
30	1					1	bonne	0	facile	0	non	4	6
31	1					1	bonne	0	facile	0	non	4	6
32	1			1		2	assez bonne	1	difficile (trolley)	2	oui	0	3
33						0	bonne	0	difficile (trolley)	2	oui	0	2
34		1				1	bonne	0	facile	0	non	4	4

L – 7A - Capacité d'intervention, préparation aux situations de crise, actions prioritaires observées lors des crises passées et autonomies

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale aux situations de crise des services de transport et des gestionnaires en charge de la circulation. Considère aussi les actions prioritaires observées lors des crises passées qui nous renseignent sur les forces et les faiblesses des préparations et sur les enjeux de crise, c'est-à-dire les éléments sur lesquels l'attention des pouvoirs publics a été portée afin de sauvegarder une fonction vitale.

LIGNES	**Capacité d'intervention en temps normal pouvant servir en période de crise**	
	L - 7 - a	
	véhicules dédiés	
	oui	
	non	
Méthode	*En gros, j'ai fait ressortir si certains véhicules sont affectés spécialement à certains axes. Les sociétés privées assurant l'administration de certains tronçons routiers ont des véhicules spécifiques, tout comme le trolley et la Ecovía. Il peut s'agir d'ambulances, de voitures de patrouille, de camionnette de service, de dépanneuses, de véhicules d'entretien (des caténaires)... autant de véhicules qui peuvent intervenir rapidement en cas de problème et qui peuvent aider à gérer des situations de crise. Ceci ne veut pas dire qu'aucun véhicule n'est affecté sur les autres axes, mais que ces derniers doivent compter sur des engins appartenant à des services ayant la charge de l'ensemble de la ville. L'info sur la présence ou non de ces véhicules spécifiques provient des entretiens d'Iván.*	
Valoration	oui --> 0 non --> 4	

clef	nomenclature	localisation	véhicules dédiés	
1	Panamericana Norte	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	oui ambulance, dépanneuse, voiture patrouille (PanaVial)	0
2	Panamericana Norte	entre Guayllabamba y Calderón	non	4
3	Panamericana Norte	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	non	4
4	Interoceánica	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	non	4
5	Interoceánica	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	non	4
6	Interoceánica	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	non	4
7	Avenida Rumiñahui	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	oui ambulance, dépanneuse, voiture patrouille (*Tribasa Colisa*)	0
8	Autopista Rumiñahui	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	oui ambulance, dépanneuse, voiture patrouille (*Tribasa Colisa*)	0
9	Autopista Rumiñahui	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	oui ambulance, dépanneuse, voiture patrouille (*Tribasa Colisa*)	0
10	Panamericana Sur	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	oui ambulance (PanaVial)	0
11	Panamericana Sur	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	non	4
12	Diego Vasquez y Prensa	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	non	4
13	Galo Plaza Lasso	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	non	4
14	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	non	4

15	De Los Granados y Gaspar de Villaroel	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	non	4
16	Eloy Alfaro	entre Los Granados y Portugal	non	4
17	Shyris	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	non	4
18	10 de Agosto	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	oui véhicules de service du trolley (camion-nacelle pour les caténaires)	0
19	América	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	non	4
20	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	non	4
21	Universitaria	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	non	4
22	Patria	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	non	4
23	Velasco Ibarra (Oriental)	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	non	4
24	Gran Colombia	entre 10 de Agosto y Patria	oui véhicules de service de la Ecovía	0
25	10 de Agosto	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	oui véhicules de service du trolley (camion-nacelle pour les caténaires)	0
26	*Pichincha*	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	non	4
27	Carlos María de la Torre - Pedro Vicente Maldonado - Guayaquil - Flores - Montúfar	entre San Blas y la Villa Flora	oui véhicules de service du trolley (camion-nacelle pour les caténaires)	0
28	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	non	4
29	Napo	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	non	4
30	Rodrigo de Chávez	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	non	4
31	Mariscal Antonio José de Sucre	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	non	4
32	Pedro Vicente Maldonado	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	oui véhicules de service du trolley (camion-nacelle pour les caténaires)	0
33	Teniente Hugo Ortíz - Circunvalación	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	oui véhicules de service du trolley (camion-nacelle pour les caténaires)	0
34	Pedro Vicente Maldonado	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	non	4

L – 7B - Capacité d'intervention, préparation aux situations de crise, actions prioritaires observées lors des crises passées et autonomies

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale aux situations de crise des services de transport et des gestionnaires en charge de la circulation. Considère aussi les actions prioritaires observées lors des crises passées qui nous renseignent sur les forces et les faiblesses des préparations et sur les enjeux de crise, c'est-à-dire les éléments sur lesquels l'attention des pouvoirs publics a été portée afin de sauvegarder une fonction vitale.

	Capacité d'intervention en temps normal pouvant servir en période de crise		**Capacité d'intervention en temps normal pouvant servir en période de crise**	
	L - 7 - b		**L - 7 - c**	
LIGNES	**zone d'intervention rapide des pompiers**		**proximité du SIAT**	
	à l'intérieur		très proche	
	à l'extérieur		assez proche	
			assez loin	
			loin	
			très loin	
Méthode	*Le fait que les pompiers soient présents ou plus rapidement présents en certains lieux plutôt qu'en d'autres est un plus pour ces lieux. De plus, ce type de situation n'est pas le fruit du hasard. Le fait qu'il y ait des pompiers en certains lieux est bien quelque chose de pensé pour essayer de couvrir des secteurs qui valent plus la peine que d'autres. Nota : les pompiers ne sont pas les seuls à intervenir en cas d'accident (DNT - SIAT - 911..). Ils interviennent surtout en cas d'incendie et d'inondation. Dans la ville, j'ai regardé tronçon par tronçon si oui ou non, ils sont intégrés dans la zone d'intervention rapide des pompiers (moins de 10 min - cf mapa : zon_interv_10_min_final) . Dans les parties suburbaines, j'ai regardé l'éloignement des tronçons par rapport aux casernes (de Checa et de Sangolquí).*		*Le SIAT est le service de la police qui intervient dans les accidents graves de la route (ce sont eux qui interviennent en cas d'accidents avec victimes et en cas d'accidents comportant des produits dangereux). Le fait que les policiers du SIAT soient présents ou plus rapidement présents en certains lieux plutôt qu'en d'autres est un plus pour ces lieux. J'ai mesuré la distance de Manhattan entre le siège du SIAT où sont basées les patrouilles (Colón y 9 de Octubre) et le centroïde de chaque tronçon. J'ai choisi le chemin le plus court en utilisant le réseau principal. Puis j'ai déterminé des seuils d'éloignement (5 classes : très proche, assez proche, assez loin, loin, et très loin)*	
Valoration	à l'intérieur --> 0 à l'extérieur --> 4		[0 - 1 Km[--> très proche --> 0 [1 - 3 Km [--> assez proche --> 1 [3 - 6 Km [--> assez loin --> 2 [6 - 12 Km [--> loin --> 3 12 Km et plus --> très loin --> 4	

clef	localisation	zone d'intervention rapide des pompiers		proximité du SIAT	
1	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	à l'extérieur	4	> 12 Km	4
2	entre Guayllabamba y Calderón	à l'extérieur	4	> 12 Km	4
3	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	à l'intérieur	0	> 12 Km	4
4	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	à l'intérieur	0	> 12 Km	4
5	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
6	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
7	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	à l'intérieur	0	> 12 Km	4
8	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	à l'intérieur	0	> 12 Km	4
9	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
10	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	à l'extérieur	4	> 12 Km	4
11	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	à l'extérieur	4	> 12 Km	4
12	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
13	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
14	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
15	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	à l'intérieur	0	3 - 6 Km	2

16	entre Los Granados y Portugal	à l'intérieur	0	3 - 6 Km	2
17	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	à l'intérieur	0	1 - 3 Km	1
18	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	à l'intérieur	0	1 - 3 Km	1
19	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	à l'intérieur	0	1 - 3 Km	1
20	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	à l'intérieur	0	3 - 6 Km	2
21	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	à l'intérieur	0	1 - 3 Km	1
22	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	à l'intérieur	0	0 - 1 Km	0
23	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	à l'intérieur	0	1 - 3 Km	1
24	entre 10 de Agosto y Patria	à l'intérieur	0	1 - 3 Km	1
25	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	à l'intérieur	0	1 - 3 Km	1
26	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	à l'intérieur	0	3 - 6 Km	2
27	entre San Blas y la Villa Flora	à l'intérieur	0	3 - 6 Km	2
28	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	à l'intérieur	0	3 - 6 Km	2
29	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	à l'intérieur	0	3 - 6 Km	2
30	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
31	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
32	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
33	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3
34	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	à l'intérieur	0	6 - 12 Km	3

L – 7C - Capacité d'intervention, préparation aux situations de crise, actions prioritaires observées lors des crises passées et autonomies

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale aux situations de crise des services de transport et des gestionnaires en charge de la circulation. Considère aussi les actions prioritaires observées lors des crises passées qui nous renseignent sur les forces et les faiblesses des préparations et sur les enjeux de crise, c'est-à-dire les éléments sur lesquels l'attention des pouvoirs publics a été portée afin de sauvegarder une fonction vitale.

LIGNES	Préparation générale			
	L - 7 - d		**L - 7 - e**	
	les modes de transport en commun ont-ils une autonomie énergétique supérieure à 72 h?		**plan de délestage balisé en cas de fermeture d'un axe**	
	oui		oui	
	non		non	
Méthode	*j'ai montré ici que tous les modes de transport ne sont pas sur le même plan en matière d'autonomie énergétique. En gros, le trolley possède ses propres réserves de diesel (qu'il peut utiliser en cas d'interruption de l'alimentation éléctrique) alors que la Ecovía et la plupart des compagnies de bus conventionnels s'approvisionnent quotidiennement dans les stations essence accessibles à tous et n'ont pas d'alternative énérgétique (ne fonctionnent pas à l'électricité). On a donc reporté une vulnérabilité d'une variable dynamique (le transport) sur une ligne matérielle immobile. En effet, les déplacements sur telle ligne sont vulnérables car le mode de transport sur lequel ils reposent est vulnérable. J'ai regardé les tronçons du réseau de transport en commun sur lesquels circule le trolley, seul mode ayant une autonomie supérieure à 72 heures.*		*La question que l'on se pose ici est de savoir si les pouvoirs publics (La Police, la mairie) ont déterminé des itinéraires de délestage balisé pour faire face à la fermeture des axes (quelle qu'en soit la raison). A Quito, il n'existe aucun plan, et lorsqu'un tronçon ferme, les automobilistes se débrouillent toujours d'eux-mêmes. C'est pour ça que le fait qu'il n'existe aucun plan ne peut pas être associé à un facteur très pénalisant et c'est pour ça que l'étendue va jusqu'à 2 (et non pas 4)*	
Valoration	oui --> 0 non --> 4		oui --> 0 non --> 2	

clef	localisation	les modes de transport en commun ont-ils une autonomie énergétique supérieure à 72 h?		plan de délestage balisé en cas de fermeture d'un axe	
1	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	non	4	non	2
2	entre Guayllabamba y Calderón	non	4	non	2
3	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	non	4	non	2
4	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	non	4	non	2
5	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	non	4	non	2
6	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	non	4	non	2
7	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	non	4	non	2
8	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	non	4	non	2
9	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	non	4	non	2
10	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	non	4	non	2
11	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	non	4	non	2
12	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	non	4	non	2
13	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	non	4	non	2
14	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	non	4	non	2
15	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	non	4	non	2

16	entre Los Granados y Portugal	non	4	non	2
17	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	non	4	non	2
18	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	oui (trolley)	0	non	2
19	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	non	4	non	2
20	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	non	4	non	2
21	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	non	4	non	2
22	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	non	4	non	2
23	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	non	4	non	2
24	entre 10 de Agosto y Patria	non	4	non	2
25	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	oui (trolley)	0	non	2
26	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	non	4	non	2
27	entre San Blas y la Villa Flora	oui (trolley)	0	non	2
28	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	non	4	non	2
29	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	non	4	non	2
30	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	non	4	non	2
31	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	non	4	non	2
32	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	oui (trolley)	0	non	2
33	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	oui (trolley)	0	non	2
34	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	non	4	non	2

L – 7D - Capacité d'intervention, préparation aux situations de crise, actions prioritaires observées lors des crises passées et autonomies

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale aux situations de crise des services de transport et des gestionnaires en charge de la circulation. Considère aussi les actions prioritaires observées lors des crises passées qui nous renseignent sur les forces et les faiblesses des préparations et sur les enjeux de crise, c'est-à-dire les éléments sur lesquels l'attention des pouvoirs publics a été portée afin de sauvegarder une fonction vitale.

	Préparation face à des phénomènes spécifiques		
	L - 7 - f		**L - 7 - g**
LIGNES	**plan prévu de nettoyage des chaussées en cas d'éruption du volcan *Pichincha* (octobre 1999)**		**surveillance renforcée par des agents du CCO lors de la crise du *Pichincha* (octobre 1999)**
	priorité 1 ou 2		oui (in situ)
	priorité 3 ou 4		oui (depuis)
	pas de nettoyage prévu		non
Méthode	*On montre ici que les pouvoirs publics peuvent se préparer face à une menace donnée attendue (éruption volcanique) et qu'ils mettent au point des plans en particulier de nettoyage des chaussées. L'enjeu est de déblayer les rues qui paraissent aux yeux des gestionnaires essentielles pour le fonctionnement en période de crise (voie d'accès aux hôpitaux, aux casernes de pompiers, centre de ravitaillement en denrées alimentaires...). Il existe donc des priorités d'actions. La récupération de la fonctionnalité des axes nettoyés en premier témoigne d'une dynamique positive à l'opposé de la vulnérabilité. Ceci dit, le nettoyage des rues relève aussi de préoccupations d'orde sanitaire (éviter la levée de poussière dangereuse pour les piétons sur les axes centraux) et de préoccupations par rapport à d'autres systèmes (colmatage des égouts ou dysfonctionnement du système de transport, tel que le trolley). J'ai repris les priorités des plan de gestion de crise élaboré par la mairie.*		*Des agents d'observation du CCO avaient été envoyés en 18 endroits différents pour informer en permanence via radio la centrale afin d'adapter la régulation du trafic en temps réel. J'ai considéré la liste des points d'observation contenue dans le plan de contingencia de la mairie. Certains agents se trouvaient à des carrefours sur les boulevards, c'est-à-dire in situ, d'autres observaient depuis des points aériens de contrôle. Nous considérons que les axes situés à moins de 5 Km à vol d'oiseau de ces points aériens bénéficient d'un contrôle (depuis...), les autres non. L'observation in situ est plus fiable que l'observation à distance (l'observateur à distance couvre un ensemble de boulevards beaucoup plus grand).*
Valoration	priorité 1 ou 2 --> 0 priorité 3 ou 4 --> 1 pas de nettoyage prévu --> 2		oui (in situ) --> 0 oui (depuis… + in situ) --> 0 oui (depuis..) --> 1 non --> 2

clef	localisation	plan prévu de nettoyage des chaussées en cas d'éruption du volcan *Pichincha* (octobre 1999)		surveillance renforcée par des agents du CCO lors de la crise du *Pichincha* (octobre 1999)
1	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	pas de nettoyage prévu	2	non
2	entre Guayllabamba y Calderón	pas de nettoyage prévu	2	non
3	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	priorité 1	0	oui (in situ)
4	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	pas de nettoyage prévu	2	non
5	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	pas de nettoyage prévu	2	non
6	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	priorité 2	0	oui (in situ)
7	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	priorité 3 ou 4	1	non
8	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	priorité 3 ou 4	1	oui (depuis Nueva oriental)
9	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	priorité 2	0	oui (in situ)
10	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	pas de nettoyage prévu	2	non
11	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	priorité 1	0	oui (in situ)
12	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	priorité 2	0	oui (in situ)
13	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	priorité 1	0	oui (in situ)
14	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	priorité 2	0	oui (in situ)
15	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	priorité 2	0	oui (in situ)
16	entre Los Granados y Portugal	priorité 2	0	oui (in situ)
17	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	pas de nettoyage prévu	2	non

18	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	priorité 1	0	oui (in situ)
19	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	priorité 2	0	non
20	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	priorité 2	0	oui (in situ)
21	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	priorité 1	0	oui (depuis Miraflores)
22	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	priorité 1	0	oui (in situ)
23	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	priorité 2	0	oui (depuis Jardin del Valle)
24	entre 10 de Agosto y Patria	priorité 1	0	non
25	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	priorité 1	0	oui (in situ)
26	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	priorité 2	0	oui (depuis le Panecillo)
27	entre San Blas y la Villa Flora	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo)
28	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	priorité 2	0	oui (depuis le Panecillo, depuis Toctiuco + in situ à Miraflores)
29	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo)
30	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	priorité 3 ou 4	1	oui (depuis le Panecillo)
31	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	priorité 2	0	oui (depuis le Panecillo)
32	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo)
33	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	priorité 2	0	oui (depuis le Panecillo)
34	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo + in situ échangeur Plywood)

L – 7E - Capacité d'intervention, préparation aux situations de crise, actions prioritaires observées lors des crises passées et autonomies

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale aux situations de crise des services de transport et des gestionnaires en charge de la circulation. Considère aussi les actions prioritaires observées lors des crises passées qui nous renseignent sur les forces et les faiblesses des préparations et sur les enjeux de crise, c'est-à-dire les éléments sur lesquels l'attention des pouvoirs publics a été portée afin de sauvegarder une fonction vitale.

	Préparation face à des phénomènes spécifiques	
	L - 7 - h	
LIGNES	**nettoyage des chaussées suite à l'éruption du volcan Reventador (novembre 2002)**	
	rapide (un jour après l'éruption)	
	assez rapide (entre 2 et 3 jours après l'éruption)	
	assez lente (plus de 6 jours après l'éruption)	
	pas de nettoyage effectué	

Méthode	*On montre ici que certains axes ont été nettoyés en priorité, c'est-à-dire que c'est sur eux que l'attention des pouvoirs publics a été portée en premier lieu face à un aléa à extension généralisée, ce qui atteste d'une part de l'importance que leur accorde les gestionnaires et d'autre part qu'ils sont moins "vulnérables" puisque rapidement remis en service. J'ai repris le travail de Jairo (date de nettoyage des axes) contenu dans le rapport "MEMORIAS SOBRE LA ERUPCION DEL VOLCAN REVENTADOR - Consecuencias y experiencias vividas la semana de emergencia del 3 al 11 de noviembre 2002 en el DMQ - IRD - UNIDAD DE PREVENCION DE DESASTRES - DIRECCIÓN METROPOLITANA DE SEGURIDAD CIUDADANA - 2003"*	

Valoration	rapide ou assez rapide (moins de 4 jours après l'éruption) --> 0 assez lente ou lente (entre 4 et 10 jours après l'éruption) --> 1 pas de nettoyage --> 2	

clef	localisation	nettoyage des chaussées suite à l'éruption du volcan Reventador (03 novembre 2002)		TOTAL VULNERABILITE
1	salida de Guayllabamba hasta la "Y" de Tabacundo	pas de nettoyage	2	20
2	entre Guayllabamba y Calderón	pas de nettoyage	2	24
3	entre Calderón y el Intercambiador de Carcelén	pas de nettoyage	2	16
4	entre la "Y" de Pifo y el cruce con la Intervalle (Club deportivo el Nacional)	pas de nettoyage	2	20
5	entre el cruce de la Intervalle (Club deportivo el Nacional) y el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental)	pas de nettoyage	2	19
6	entre el intercambiador arriba de Cumbayá (unión con la nueva Oriental) y el cruce con la Eloy Alfaro	assez lente	1	14
7	entre el redondel El Colibrí y El Triángulo (*Los Chillos*)	pas de nettoyage	2	15
8	entre El Triángulo y el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje)	pas de nettoyage	2	14
9	entre el intercambiador con la Nueva Oriental (cerca del peaje) y el intercambiador El Trébol	assez lente	1	10
10	entre Aloag y el intercambiador de Tambillo	pas de nettoyage	2	20
11	entre el intercambiador de Tambillo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	assez lente	1	19
12	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con 10 de Agosto y América)	assez lente	1	14
13	entre el Intercambiador de Carcelén y "La Y" (unión con Prensa y América)	rapide	0	13
14	entre Doctor José Fernández Salvador y Coronel Edmundo Carvajal	assez rapide	0	13
15	Se refiere a la Avenida Los Granados y su prolongación la Gaspar de Villaroel entre 6 de Diciembre y Shyris	assez lente	1	13
16	entre Los Granados y Portugal	assez lente	1	13
17	entre Gaspar de Villaroel y Eloy Alfaro (con dos pequeñas extensiones)	rapide	0	15
18	entre "La Y" (unión con Prensa y América) y Patria (puente del Guambra)	rapide	0	3

19	entre "La Y" (unión con Prensa y 10 de Agosto) y el intercambiador a la intersección de las avenidas Universitaria y Perez Guerrero	assez rapide	0	13
20	entre Coronel Edmundo Carvajal y Universitaria (Miraflores)	assez rapide	0	12
21	entre Mariscal Antonio José de Sucre y América	assez lente	1	13
22	entre 10 de Agosto (puente del Guambra) y 12 de Octubre	rapide	0	10
23	entre 12 de Octubre y el intercambiador El Trébol (por el Coliseo y La Vicentina)	assez lente	1	13
24	entre 10 de Agosto y Patria	assez lente	1	10
25	entre Patria (puente del Guambra) y San Blas	rapide	0	3
26	entre San Blas y el intercambiador El Trébol	rapide	0	13
27	entre San Blas y la Villa Flora	assez rapide	0	5
28	entre Universitaria (Miraflores) y Rodrigo de Chávez (por los túneles)	assez lente	1	13
29	entre el intercambiador El Trébol y Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora)	assez lente	1	14
30	entre Pedro Vicente Maldonado (Villa Flora) y Mariscal Antonio José de Sucre	assez lente	1	16
31	entre Rodrigo de Chávez y Ajaví	assez rapide	0	14
32	entre Rodrigo de Chávez (Villa Flora) y El Recreo	rapide	0	6
33	Recorrido del trole entre Pedro Vicente Maldonado y Morán Valverde	rapide	0	6
34	entre El Recreo y el intercambiador de la Plywood (unión con Nueva Oriental y Morán Valverde)	rapide	0	13

13 – Matrice de vulnérabilité des ponts enjeux

P – 1A - Vulnérabilités liées aux caractéristiques de l'ouvrage et à son lieu d'implantation

Considère tout ce qui atteste de l'état général de l'ouvrage, de sa fragilité, de l'attention qui doit lui être portée et des vulnérabilités liées au sous-sol sur lesquels il repose. En d'autres termes, on considère les facteurs qui peuvent conditionner l'effondrement des structures en cas de séisme par exemple.

PONTS	Réductions potentielles de la circulation
	P - 1 - a
	endommagements et usures apparentes de la structure
	jeu dans la structure (déformation)
	brèches profondes
	fissures superficielles
	corrosion
	autres (observations)

commentaires	*J'essaie de montrer que certains ouvrages présentent des traces d'usures apparentes qui à la longue peuvent affaiblir profondément la structure. Là, je reprends l'info qu'on a sur les ponts*											
Sources	*info récupérée lors des relevés de terrain réalisés par Galo*		*info récupérée lors des relevés de terrain réalisés par Galo*		*info récupérée lors des relevés de terrain réalisés par Galo*		*info récupérée lors des relevés de terrain réalisés par Galo*		*info récupérée lors des relevés de terrain réalisés par Galo et par Iván lors des entretiens*			
Valoration	non ou aucune --> 0 fissures superficielles --> 1 corrosion --> 1 brèches profondes --> 2 jeu dans la structure (déformation) --> 3 les observations ne sont pas valorées (mentionnées à titre d'information)											

			endommagements et usures apparentes de la structure									
clef	**localisation**	**type d'ouvrage d'art**	**jeu dans la structure (déformation)**		**brèches profondes**		**fissures superficielles**		**corrosion**		**observations**	**SYNTHESE**
01	Intercambiador de Tambillo	échangeur	non	0	oui	2	oui	1	oui	1	Las protecciones laterales del puente están deformadas.	4
12	Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	pont	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
18	Autopista Rumiñahui - Puente 3 (Guangopolo)	échangeur	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
20	Av. Maldonado y Alonso de Angulo (Villa Flora)	voie surélevée	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
27	Av. Maldonado y El Sena - Río Machángara	pont	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
28	El Trébol	échangeur	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
29	Av. *Pichincha* (entre La Marín y El Trébol)	pont	non	0	non	0	oui	1	non	0	aucune	1
30	Av. Maldonado y 24 de Mayo (Terminal Terrestre)	pont	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
34	Avenida *Pichincha* (La Marín)	voie surélevée	non	0	oui	2	oui	1	non	0	En sectores localizados del tablero de la estructura se ha perdido parte del hormigón del acero de refuerzo.	3
35	Av. Occidental (bajo el centro popular de San Roque)	pont	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3

36	Av. Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	pont	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
37	Av. *Pichincha* y Oriente (San Blas)	pont	non	0	non	0	oui	1	non	0	aucune	1
38	Velasco Ibarra y Queseras del Medio (La Vicentina)	voie surélevée	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
39	Avenida *Pichincha* (San Blas)	pont sur passage surbaissé	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
40	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia (San Blas)	pont sur passage surbaissé	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
41	Av. Occidental y Hno. Miguel	pont	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
42	Av. Occidental (El Tejar)	échangeur	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
45	Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	pont	non	0	non	0	oui	1	non	0	aucune	1
46	Av. 10 de Agosto y Ríofrío	pont sur passage surbaissé	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
47	Av. 10 de Agosto y Tarqui	pont sur passage surbaissé	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
48	Av. Patria y 12 de Octubre	échangeur	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
49	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	pont sur passage surbaissé	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
50	Paso elevado Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	passage trois niveaux	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
51	Av. Occidental y Universitaria (Miraflores)	échangeur	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
52	Interoceánica - Río Chiche	pont	non	0	non	0	non	0	non	0	recientemente cedieron unas vigas metálicas por el sobrepeso de unos camiones	0
53	Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	pont	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
55	Av. América (Universidad Central)	échangeur	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
59	Av. Occidental y La Gasca	pont	non	0	non	0	oui	1	non	0	aucune	1
62	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Eloy Alfaro	pont sur passage surbaissé	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
64	Interoceánica - Río Machángara	pont	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
65	Av. 6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)	pont sur passage surbaissé	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
68	Interoceánica y Nueva Oriental (Cumbayá)	échangeur	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
70	Av. 10 de Agosto y Atahualpa	pont sur passage surbaissé	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
74	Av. Occidental y Mariana de Jesús	échangeur	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
76	Av. 10 de Agosto (al sur de la Y)	pont sur passage surbaissé	non	0	non	0	oui	1	non	0	aucune	1
77	Av. 10 de Agosto (al nivel de la Y)	pont sur passage surbaissé	non	0	non	0	oui	1	non	0	aucune	1
78	Inicio de la Av. de La Prensa y América (La Y)	voie surélevée	non	0	oui	2	oui	1	non	0	aucune	3
79	Av. Occidental y Carvajal (El Bosque)	échangeur	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
80	El Labrador	échangeur	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
84	Paso deprimido Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre	pont sur passage surbaissé	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
88	Carcelén	échangeur	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0
89	Panamericana Norte - Río Guayllabamba	pont	oui	3	oui		oui		non		aucune	3
90	Vía a Tabacundo - Río Pisque	pont	non	0	non	0	non	0	non	0	aucune	0

P – 1B - Vulnérabilités liées aux caractéristiques de l'ouvrage et à son lieu d'implantation

Considère tout ce qui atteste de l'état général de l'ouvrage, de sa fragilité, de l'attention qui doit lui être portée et des vulnérabilités liées au sous-sol sur lesquels il repose. En d'autres termes, on considère les facteurs qui peuvent conditionner l'effondrement des structures en cas de séisme par exemple.

Réductions potentielles de la circulation									
P - 1 - b		**P - 1 - c**		**P - 1 - d**					
matériel de construction		**construction para-sismique**		**sols sous-jacents**					
béton précontraint		oui		**sols inclinés**		**zone de remblai**			
béton armé et précontraint		non		oui		oui			
béton armé				non		non			
mixte (acier et béton)									
acier									
maçonnerie en brique									
J'essaie de montrer que certains ouvrages sont plus solides que d'autres. Les ponts en brique sont les plus fragiles. Les ponts en acier vont avoir besoin d'un entretien anticorrosion régulier. Les ponts en béton précontraint sont de loin les plus résistants. Là, j'ai repris l'info qu'on a sur les ponts.		*d'après les ingénieurs civils de l'EPN, tous les ouvrages routiers construits avant 1996 ne correspondent pas aux normes de sismo-résistance*		*je considère que si les piliers d'un pont reposent sur des terrains inclinés (versants d'un canyon), il y a plus de probabilités qu'ils s'affaissent (affouillement de leur base dû à l'érosion par ruissellement, glissements...). De même les ouvrages qui reposent sur des terrains remblayés sont plus exposés aux affaissements. Pour les sols inclinés, j'ai l'info de l'étude sur les ponts. Pour les zones de remblai, je me suis servi de la carte des quebradas remblayées.*					
info récupérée lors des relevés de terrain réalisés par Galo		*info récupérée lors des relevés de terrain réalisés par Galo*		*info récupérée lors des relevés de terrain réalisés par Galo*		*Nota : les zones de remblai correspondent au colmatage anthropique de ravins et de cours d'eau. Ceci dit, la plupart des remblais sont déjà anciens et sont donc relativement bien consolidés.*			
béton précontraint --> 1 béton armé et précontraint --> 2 béton armé --> 2 mixte (acier et béton) --> 3 acier --> 3 maçonnerie en brique --> 4		oui --> 0 non --> 4		non --> 0 oui --> 2		non --> 0 oui --> 2			

						sols sous-jacents					
clef	**matériel de construction**		**construction para-sismique**		**sols inclinés**		**zone de remblai**		**SYNTHESE**	**TOTAL VULNERABILITE**
01	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	10
12	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	9
18	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	9
20	béton précontraint	2	oui	0	non	0	non	0	0	2
27	maçonnerie en brique	4	non	4	non	0	non	0	0	11
28	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	7
29	béton armé	2	non	4	oui	1	non	0	1	8
30	béton précontraint	1	non	4	non	0	oui	1	1	6
34	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	9
35	mixte (acier et béton)	3	non	4	non	0	oui	1	1	11
36	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	10
37	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	8
38	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	6
39	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	9
40	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	9

41	béton précontraint	1	non	4	non	0	non	0	0	5
42	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	7
45	béton armé	2	non	4	oui	1	non	0	1	8
46	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	9
47	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	9
48	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	9
49	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	10
50	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	7
51	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	6
52	acier	3	non	4	oui	1	non	0	1	8
53	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	6
55	béton armé et béton précontraint	2	oui	0	non	0	non	0	0	2
59	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	7
62	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	9
64	béton armé	2	non	4	oui	1	non	0	1	10
65	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	7
68	béton précontraint	1	non	4	oui	1	non	0	1	6
70	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	6
74	béton armé	2	non	4	oui	1	oui	1	2	11
76	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	7
77	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	7
78	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	10
79	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	7
80	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	7
84	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	6
88	béton armé	2	non	4	non	0	oui	1	1	7
89	béton précontraint	1	non	4	oui	1	non	0	1	9
90	béton armé	2	non	4	non	0	non	0	0	6

P – 2 - Dépendance

PONTS

commentaires	*--> pas de dépendance recensée pour les ponts, pas de vulnérabilité dans cette catégorie*
Méthode	*On peut estimer que les ponts de Quito ne dépendent de rien en particulier. Mais dans l'absolu on peut imaginer des formes de dépendance. Ils pourraient dépendre d'un type d'énergie s'il y avait des ponts ouvrants (pont Langlois) au dessus de rivières navigables, ou des systèmes réglant les passages (feux, barrières…) pour les ponts à une seule voie. Mais ce genre de pont n'existe pas à Quito. On peut donc estimer qu'il n'y a pas de vulnérabilité de cette forme.*

clave	localisation	type d'ouvrage d'art	dépendance	TOTAL VULNERABILITE
01	Intercambiador de Tambillo	échangeur	aucune	0
12	Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	pont	aucune	0
18	Autopista Rumiñahui - Puente 3 (Guangopolo)	échangeur	aucune	0
20	Av. Maldonado y Alonso de Angulo (Villa Flora)	voie surélevée	aucune	0
27	Av. Maldonado y El Sena - Río Machángara	pont	aucune	0
28	El Trébol	échangeur	aucune	0
29	Av. *Pichincha* (entre La Marín y El Trébol)	pont	aucune	0
30	Av. Maldonado y 24 de Mayo (Terminal Terrestre)	pont	aucune	0
34	Avenida *Pichincha* (La Marín)	voie surélevée	aucune	0
35	Av. Occidental (bajo el centro popular de San Roque)	pont	aucune	0
36	Av. Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	pont	aucune	0
37	Av. *Pichincha* y Oriente (San Blas)	pont	aucune	0
38	Velasco Ibarra y Queseras del Medio (La Vicentina)	voie surélevée	aucune	0
39	Avenida *Pichincha* (San Blas)	pont sur passage surbaissé	aucune	0
40	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia (San Blas)	pont sur passage surbaissé	aucune	0
41	Av. Occidental y Hno. Miguel	pont	aucune	0
42	Av. Occidental (El Tejar)	échangeur	aucune	0
45	Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	pont	aucune	0
46	Av. 10 de Agosto y Ríofrío	pont sur passage surbaissé	aucune	0
47	Av. 10 de Agosto y Tarqui	pont sur passage surbaissé	aucune	0
48	Av. Patria y 12 de Octubre	échangeur	aucune	0
49	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	pont sur passage surbaissé	aucune	0
50	Paso elevado Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	passage trois niveaux	aucune	0

51	Av. Occidental y Universitaria (Miraflores)	échangeur	aucune	0
52	Interoceánica - Río Chiche	pont	aucune	0
53	Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	pont	aucune	0
55	Av. América (Universidad Central)	échangeur	aucune	0
59	Av. Occidental y La Gasca	pont	aucune	0
62	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Eloy Alfaro	pont sur passage surbaissé	aucune	0
64	Interoceánica - Río Machángara	pont	aucune	0
65	Av. 6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)	pont sur passage surbaissé	aucune	0
68	Interoceánica y Nueva Oriental (Cumbayá)	échangeur	aucune	0
70	Av. 10 de Agosto y Atahualpa	pont sur passage surbaissé	aucune	0
74	Av. Occidental y Mariana de Jesús	échangeur	aucune	0
76	Av. 10 de Agosto (al sur de la Y)	pont sur passage surbaissé	aucune	0
77	Av. 10 de Agosto (al nivel de la Y)	pont sur passage surbaissé	aucune	0
78	Inicio de la Av. de La Prensa y América (La Y)	voie surélevée	aucune	0
79	Av. Occidental y Carvajal (El Bosque)	échangeur	aucune	0
80	El Labrador	échangeur	aucune	0
84	Paso deprimido Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre	pont sur passage surbaissé	aucune	0
88	Carcelén	échangeur	aucune	0
89	Panamericana Norte - Río Guayllabamba	pont	aucune	0
90	Vía a Tabacundo - Río Pisque	pont	aucune	0

P – 3A - Exposition aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions associés au stockage de produits inflammables, susceptibilité d'endommagement de l'infrastructure

on analyse ici tous les phénomènes d'origine naturelle et les dangers d'explosions liés au stockage de produits inflammables susceptibles d'affecter les ouvrages de manière inopinée

A - Exposition aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions de produits inflammables

		Aléas d'origine naturelle				
	PONTS	**coulées boueuses**	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**chute de cendres volcaniques**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**
		0	0	0	2	0
		1	1	1		1
		3	3	3		3
	Commentaires et Valoration	*J'ai regardé aléa par aléa, quelle est la situation de chaque pont. J'ai donné la valeur 1 lorsque le pont est situé dans une zone de risque mineur, 3 lorsqu'il est situé dans une zone de risque majeur. Pour les cendres volcaniques (rajoutées aux autres aléas) étant donné qu'il est impossible de distinguer des zones à plus ou moins haut risque, j'ai donné la valeur 2. Puis j'ai fait la somme.*				
clave	**localisation**	**type d'ouvrage d'art**	**coulées boueuses**	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**chute de cendres volcaniques**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**
01	Intercambiador de Tambillo	échangeur	0	0	0	2	3
12	Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	pont	0	0	0	2	3
18	Autopista Rumiñahui - Puente 3 (Guangopolo)	échangeur	0	0	3	2	0
20	Av. Maldonado y Alonso de Angulo (Villa Flora)	voie surélevée	1	1	0	2	0
27	Av. Maldonado y El Sena - Río Machángara	pont	0	1	1	2	0
28	El Trébol	échangeur	0	0	0	2	0
29	Av. *Pichincha* (entre La Marín y El Trébol)	pont	0	0	3	2	0
30	Av. Maldonado y 24 de Mayo (Terminal Terrestre)	pont	1	1	3	2	3
34	Avenida *Pichincha* (La Marín)	voie surélevée	3	1	0	2	1
35	Av. Occidental (bajo el centro popular de San Roque)	pont	0	1	0	2	3
36	Av. Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	pont	0	1	3	2	3
37	Av. *Pichincha* y Oriente (San Blas)	pont	0	1	0	2	0
38	Velasco Ibarra y Queseras del Medio (La Vicentina)	voie surélevée	0	0	1	2	0
39	Avenida *Pichincha* (San Blas)	pont sur passage surbaissé	0	1	0	2	0
40	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia (San Blas)	pont sur passage surbaissé	0	1	0	2	0

41	Av. Occidental y Hno. Miguel	pont	1	1	1	2	0
42	Av. Occidental (El Tejar)	échangeur	0	1	3	2	0
45	Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	pont	0	0	1	2	3
46	Av. 10 de Agosto y Ríofrío	pont sur passage surbaissé	0	1	0	2	0
47	Av. 10 de Agosto y Tarqui	pont sur passage surbaissé	0	1	0	2	0
48	Av. Patria y 12 de Octubre	échangeur	0	0	1	2	0
49	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	pont sur passage surbaissé	1	1	1	2	1
50	Paso elevado Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	passage trois niveaux	1	1	1	2	1
51	Av. Occidental y Universitaria (Miraflores)	échangeur	0	0	1	2	0
52	Interoceánica - Río Chiche	pont	0	0	1	2	0
53	Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	pont	0	0	1	2	1
55	Av. América (Universidad Central)	échangeur	1	1	0	2	1
59	Av. Occidental y La Gasca	pont	0	0	1	2	0
62	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Eloy Alfaro	pont sur passage surbaissé	0	1	0	2	1
64	Interoceánica - Río Machángara	pont	0	0	3	2	0
65	Av. 6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)	pont sur passage surbaissé	0	1	1	2	0
68	Interoceánica y Nueva Oriental (Cumbayá)	échangeur	0	0	3	2	0
70	Av. 10 de Agosto y Atahualpa	pont sur passage surbaissé	0	0	0	2	1
74	Av. Occidental y Mariana de Jesús	échangeur	0	0	0	2	3
76	Av. 10 de Agosto (al sur de la Y)	pont sur passage surbaissé	0	1	0	2	3
77	Av. 10 de Agosto (al nivel de la Y)	pont sur passage surbaissé	0	1	0	2	3
78	Inicio de la Av. de La Prensa y América (La Y)	voie surélevée	0	3	0	2	3
79	Av. Occidental y Carvajal (El Bosque)	échangeur	1	0	0	2	3
80	El Labrador	échangeur	0	0	0	2	1
84	Paso deprimido Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre	pont sur passage surbaissé	0	0	0	2	0
88	Carcelén	échangeur	0	1	0	2	0
89	Panamericana Norte - Río Guayllabamba	pont	0	0	1	2	3

P – 3B - Exposition aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions associés au stockage de produits inflammables, susceptibilité d'endommagement de l'infrastructure

on analyse ici tous les phénomènes d'origine naturelle et les dangers d'explosions liés au stockage de produits inflammables susceptibles d'affecter les ouvrages de manière inopinée

A - Exposition aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions de produits inflammables

Aléas d'origine naturelle	**Aléa anthropique**
séismes (amplification des ondes vibratoires)	**explosions de produits dangereux**
1	0
2	1
3	3
pour déterminer l'exposition des ponts au séisme, j'ai utilisé la classification des sols sous-jacents (qui conditionnent l'amplification des ondes) que nous avons utilisée dans l'analyse de la vulnérabilité des ponts face à l'aléa sismique (méthodologie HAZUS). Les terrains de type S1 correspondent à des roches dures ou sols fermes. Les terrains de type S3 sont des sols meubles ou des strates profondes compressibles. Les terrains de type S2 englobent des sols aux caractéristiques intermédiaires entre les sols S1 et S3 (CEC-2000). Source : Projet de microzonage sismique des sols du DMQ, 2001, réalisé en partenariat entre l'EPN et le MDMQ. Les terrains S3 sont ceux qui amplifient le plus les ondes vibratoires, particulièrement préjudiciables aux ouvrages d'art routier. *S1 --> 1* *S2 --> 2* *S3 --> 3*	*J'ai regardé par rapport aux zones à risques liés au stockage de produits inflammables et explosifs, quelle est la situation de chaque infrastructure. J'ai donné la valeur 1 lorsque le pont (tout ou partie) est situé dans une zone de risque mineur, 3 lorsqu'il est situé dans une zone de risque majeur. Nota : A partir du moment où un pont peut être affecté, c'est l'ensemble de la circulation et des services de transport qui sont remis en cause.*

clave	**type de sols**		**explosions de produits dangereux**	**Total exposition**
01	S2	2	0	7
12	S2	2	0	7
18	S2	2	0	7
20	S2	2	0	6
27	S2	2	0	6
28	S2	2	0	4
29	S3	3	0	8
30	S3	3	0	13
34	S2	2	0	9
35	S3	3	0	9

36	S3	3	0	12
37	S2	2	0	5
38	S1	1	0	4
39	S2	2	0	5
40	S2	2	0	5
41	S1	1	0	6
42	S1	1	0	7
45	S1	1	0	7
46	S2	2	1	6
47	S2	2	1	6
48	S2	2	0	5
49	S2	2	1	9
50	S2	2	1	9
51	S2	2	0	5
52	S2	2	0	5
53	S2	2	0	6
55	S2	2	1	8
59	S1	1	0	4
62	S2	2	1	7
64	S2	2	0	7
65	S2	2	1	7
68	S1	1	3	9
70	S1	1	1	5
74	S3	3	3	11
76	S2	2	0	8
77	S2	2	0	8
78	S2	2	0	10
79	S1	1	0	7
80	S2	2	1	6
84	S1	1	0	3
88	S1	1	1	5
89	S2	2	0	8

B - Susceptibilité d'endommagement

	Aléas d'origine naturelle						Aléa anthropique
PONTS	**coulées boueuses**	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**chute de cendres volcaniques**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	**séismes** (amplification des ondes vibratoires)	**explosions de produits dangereux**
	forte	nulle	faible	nulle	forte	forte	forte

Méthode	*on suppute a priori la susceptibilité d'endommagement des ponts compte tenu du pouvoir destructeur de chaque aléa (pouvoir qui semble le plus plausible compte tenu des caractéristiques des aléas à Quito). On individualise trois classes "susceptibilité nulle", "faible susceptibilité" et "forte susceptibilité".*

commentaires	*Les coulées boueuses par les matériaux transportés et la vitesse du fluide sont susceptibles d'endommager gravement l'ouvrage voire même de le détruire. Les coulées peuvent emporter le tablier et / ou détruire les piliers. Certaines crues torrentielles ont déjà emporté des ponts (ex : décembre 2001, le pont d'accès au lotissement "La Pampa"). C'est pourquoi on considère à Quito que la susceptibilité d'endommagement des ouvrages face aux coulées boueuses est forte.*	*Les inondations compte tenu de leurs caractéristiques à Quito (quelques décimètres d'eau tout au plus dans les dépressions topographiques) n'endommagent pas les ouvrages. La susceptibilité d'endommagement des tabliers aériens est donc nulle.*	*L'endommagement d'un pont à cause de l'instabilité des terrains sous-jacents ne s'est jamais produit à Quito, mais ce cas de figure n'est pas complètement impossible compte tenu de l'instabilité et de l'inclinaison des sols sur lesquels reposent les piliers de certains ouvrages. On considère donc qu'il y a une faible susceptibilité.*	*A priori ici, les cendres n'ont aucun pouvoir destructeur (sauf si l'épaisseur de téphras atteint par exemple plus de 50 cm auquel cas, le surpoids peut entraîner l'effondrement de la structure), mais à Quito on n'est, semble-t-il, pas dans cette situation. La susceptibilité d'endommagement des tabliers aériens est donc nulle.*	*au même titre que les coulées boueuses, les lahars ont un fort pouvoir destructeur sur les ouvrages. En 1877, lors de la dernière éruption du Cotopaxi, tous les ponts dans les vallées à l'est de la ville avaient été détruits. La susceptibilité d'endommagement est donc forte.*	*Quito se trouve dans la zone la plus sismique de l'Equateur. Les séismes ont un fort pouvoir destructeur. La susceptibilité d'endommagement des tabliers aériens est donc forte.*	*Face à une explosion, il est fort probable qu'il y ait endommagements des infrastructures. Dans tous les cas de figure, quel que soit le pont, il y a une forte susceptibilité.*

C - Bilan : Exposition aux aléas et susceptibilité d'endommagement

		Aléas d'origine naturelle				
	PONTS	**coulées boueuses**			**inondations**	
		Il s'agit ici d'un bilan dans lequel on considère le pouvoir destructeur des aléas sur chaque ouvrage dans le détail et la prédisposition des ouvrages (compte tenu de leurs caractéristiques structurales et de leur implantation) à être affecté par les phénomènes. On individualise trois degrés de vulnérabilité "nulle, modérée et forte". Nota : on n'analyse pas ici la susceptibilité de perturbation du trafic. Cette thématique sera abordée dans la rubrique "degré de complication de la circulation sur l'axe enjeu majeur en cas d'effondrement de la section aérienne" de la catégorie "Alternative de fonctionnement". D'autre part, les perturbations du trafic associées aux inondations des parties surbaissées des ouvrages ont déjà été étudiées avec les axes enjeux majeurs.				
	commentaires	*On regarde dans le détail si le tablier ou les piliers sont susceptibles d'être atteints par la coulée. On regarde aussi les caractéristiques locales des coulées. On détermine ainsi si la vulnérabilité des ouvrages et nulle, modérée ou forte.*			*Certains ouvrages sont exposés aux inondations mais ces dernières n'endommagent pas les ouvrages à Quito, le bilan "exposition et susceptibilité d'endommagement" correspond donc à une vulnérabilité nulle.*	
	Valoration	vulnérabilité nulle --> 0 vulnérabilité modérée --> 2 vulnérabilité forte --> 4				

clave	**localisation**	**type d'ouvrage d'art**	**coulées boueuses**		**inondations**	
01	Intercambiador de Tambillo	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
12	Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
18	Autopista Rumiñahui - Puente 3 (Guangopolo)	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
20	Av. Maldonado y Alonso de Angulo (Villa Flora)	voie surélevée	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
27	Av. Maldonado y El Sena - Río Machángara	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
28	El Trébol	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
29	Av. *Pichincha* (entre La Marín y El Trébol)	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
30	Av. Maldonado y 24 de Mayo (Terminal Terrestre)	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
34	Avenida *Pichincha* (La Marín)	voie surélevée	**vulnérabilité forte** (les piliers centraux sont sur l'axe de la coulée potentielle qui se déplacerait à grande vitesse compte tenu de la forte pente localement)	4	vulnérabilité nulle	0
35	Av. Occidental (bajo el centro popular de San Roque)	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
36	Av. Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
37	Av. *Pichincha* y Oriente (San Blas)	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
38	Velasco Ibarra y Queseras del Medio (La Vicentina)	voie surélevée	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
39	Avenida *Pichincha* (San Blas)	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
40	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia (San Blas)	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
41	Av. Occidental y Hno. Miguel	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
42	Av. Occidental (El Tejar)	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0

45	Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
46	Av. 10 de Agosto y Ríofrío	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
47	Av. 10 de Agosto y Tarqui	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
48	Av. Patria y 12 de Octubre	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
49	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	pont sur passage surbaissé	**vulnérabilité modérée** (le tablier est au niveau de la chaussée sur laquelle peut se répendre la coulée, mais compte tenu de la topographie plane du secteur, la coulée ne se déplacerait pas à grande vitesse)	2	vulnérabilité nulle	0
50	Paso elevado Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	passage trois niveaux	**vulnérabilité modérée** (les piliers sont sur l'axe de la coulée, mais compte tenu de la topographie plane du secteur, la coulée ne se déplacerait pas à grande vitesse)	2	vulnérabilité nulle	0
51	Av. Occidental y Universitaria (Miraflores)	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
52	Interoceánica - Río Chiche	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
53	Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
55	Av. América (Universidad Central)	échangeur	**vulnérabilité modérée** (le tablier est au niveau de la chaussée sur laquelle peut se répendre la coulée et des piliers se trouvent en dessous de ce niveau)	2	vulnérabilité nulle	0
59	Av. Occidental y La Gasca	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
62	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Eloy Alfaro	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
64	Interoceánica - Río Machángara	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
65	Av. 6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
68	Interoceánica y Nueva Oriental (Cumbayá)	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
70	Av. 10 de Agosto y Atahualpa	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
74	Av. Occidental y Mariana de Jesús	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
76	Av. 10 de Agosto (al sur de la Y)	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
77	Av. 10 de Agosto (al nivel de la Y)	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
78	Inicio de la Av. de La Prensa y América (La Y)	voie surélevée	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
79	Av. Occidental y Carvajal (El Bosque)	échangeur	**vulnérabilité forte** (les piliers centraux sont sur l'axe des coulées potentielles)	4	vulnérabilité nulle	0
80	El Labrador	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
84	Paso deprimido Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre	pont sur passage surbaissé	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
88	Carcelén	échangeur	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
89	Panamericana Norte - Río Guayllabamba	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
90	Vía a Tabacundo - Río Pisque	pont	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0

C - Bilan : Exposition aux aléas et susceptibilité d'endommagement

Aléas d'origine naturelle		
instabilité des terrains (glissement, éboulement, affaissement)	**chute de cendres volcaniques**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**
Il s'agit ici d'un bilan dans lequel on considère le pouvoir destructeur des aléas sur chaque ouvrage dans le détail et la prédisposition des ouvrages (compte tenu de leurs caractéristiques structurales et de leur implantation) à être affecté par les phénomènes. On individualise trois degrés de vulnérabilité "nulle, modérée et forte". Nota : on n'analyse pas ici la susceptibilité de perturbation du trafic. Cette thématique sera abordée dans la rubrique "degré de complication de la circulation sur l'axe enjeu majeur en cas d'effondrement de la section aérienne" de la catégorie "Alternative de fonctionnement". D'autre part, les perturbations du trafic associées aux inondations des parties surbaissées des ouvrages ont déjà été étudiées avec les axes enjeux majeurs.		
lorsque l'exposition = 3 et que les piliers reposent sur des sols inclinés, alors vulnérabilité forte *lorsque l'exposition = 3 et que les piliers ne reposent pas sur des sols inclinés, alors vulnérabilité modérée* *lorsque l'exposition = 1 et que les piliers reposent sur des sols inclinés, alors vulnérabilité modérée* *lorsque l'exposition = 1 et que les piliers ne reposent pas sur des sols inclinés, alors vulnérabilité nulle* *lorsque l'exposition = 0 alors vulnérabilité nulle*	*Tous les ouvrages sont exposés aux chutes de cendres mais ces dernières n'ont aucun effet destructeur, le bilan "exposition et susceptibilité d'endommagement" correspond donc à une vulnérabilité nulle.*	*Compte tenu de la violence potentielle des lahars, nous associons la susceptibilité d'endommagement directement au degré d'exposition (sans tenir compte des caractéristiques structurales des ouvrages)* *lorsque l'exposition = 0, alors vulnérabilité nulle* *lorsque l'exposition = 1, alors vulnérabilité modérée* *lorsque l'exposition = 3, alors vulnérabilité forte*
vulnérabilité nulle --> 0 vulnérabilité modérée --> 2 vulnérabilité forte --> 4		

clave	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	
01	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
12	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
18	vulnérabilité modérée	2	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
20	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
27	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
28	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
29	vulnérabilté forte	4	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
30	vulnérabilité modérée	2	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
34	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité modérée	2
35	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
36	vulnérabilité modérée	2	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
37	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
38	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
39	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
40	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0

41	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
42	vulnérabilité modérée	2	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
45	vulnérabilité modérée	2	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
46	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
47	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
48	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
49	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité modérée	2
50	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité modérée	2
51	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
52	vulnérabilité modérée	2	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
53	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité modérée	2
55	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité modérée	2
59	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
62	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité modérée	2
64	vulnérabilté forte	4	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
65	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
68	vulnérabilté forte	4	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
70	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité modérée	2
74	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
76	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
77	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
78	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
79	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
80	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité modérée	2
84	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
88	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0
89	vulnérabilité modérée	2	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité forte	4
90	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0	vulnérabilité nulle	0

C - Bilan : Exposition aux aléas et susceptibilité d'endommagement

Aléas d'origine naturelle	Aléa anthropique
séismes	**explosions de produits dangereux**
là je reprends les probabilités qu'ont chacun des ouvrages d'expérimenter des dommages graves ou complets en cas de séisme très sévère (PGA = 0,40g). Ces probabilités sont influencées par les caractéristiques structurales des ponts et par les caractéristiques des sous-sols sur lesquels sont implantés les ouvrages.	*On associe ici la vulnérabilité finale directement au degré d'exposition du pont*
[0 - 10 [--> 0 [10 - 25 [--> 1 [25 - 50 [--> 2 [50 - 75 [--> 3 [75 - 100 [--> 4	e = exposition Bes = bilan de l'exposition et de la susceptibilité d'endommagement si e = 0 ; alors Bes = 0 si e = 1 ; alors Bes = 2 si e = 3 ; alors Bes = 4

clave	séismes		explosions de produits dangereux	Total exposition et susceptibilité
01	9 %	0	0	4
12	77 %	4	0	8
18	8 %	0	0	2
20	9 %	0	0	0
27	8 %	0	0	0
28	5 %	0	0	0
29	96 %	4	0	8
30	45 %	2	0	8
34	79 %	4	0	10
35	39 %	2	0	6
36	39 %	2	0	8
37	5 %	0	0	0
38	51 %	3	0	3
39	10 %	1	0	1
40	8 %	0	0	0
41	3 %	0	0	0
42	2 %	0	0	2
45	51 %	2	0	8
46	8 %	0	2	2
47	10 %	1	2	3
48	6 %	0	0	0
49	8 %	0	2	6
50	75 %	4	2	10
51	7 %	0	0	0

52	78 %	4	0	6
53	8 %	0	0	2
55	8 %	0	2	6
59	1 %	0	0	0
62	16 %	1	2	5
64	72 %	3	0	7
65	10 %	1	2	3
68	2 %	0	4	8
70	4 %	0	2	4
74	94 %	4	4	12
76	8 %	0	0	4
77	8 %	0	0	4
78	75 %	4	0	8
79	2 %	0	0	8
80	16 %	1	2	5
84	2 %	0	0	0
88	2 %	0	2	2
89	72 %	3	0	9

P – 4A - Capacité de contrôle de l'enjeu

Considère le personnel et les équipements qui permettent de contrôler et de fluidifier les conditions de circulation en période normale. Comprend aussi la facilité d'accès aux ponts, paramètre crucial lorsqu'il s'agit d'intervenir lors d'une d'urgence

		Capacité à contrôler les conditions de circulation et/ou les problèmes de voirie	
		P - 4 - a	
	PONTS	**personnel affecté pour la gestion du trafic et/ou du transport en commun**	
		l'ouvrage se situe sur un axe où les agents de contôle du trafic (Police et autres) sont **très présents**	
		l'ouvrage se situe sur un axe où les agents de contôle du trafic (Police et autres) sont **assez présents**	
		l'ouvrage se situe sur un axe où les agents de contôle du trafic (Police et autres) sont **peu présents**	
		l'ouvrage se situe sur un axe où les agents de contôle du trafic (Police et autres) ne sont **pas du tout présents**	
	commentaires	*j'ai repris les résultats obtenus sur les lignes. On tient compte de la présence des agents de circulation (policiers) et aussi des personnels affectés à certains axes pour contrôler le service (Trolley, Ecovía). On a individualisé 4 groupes : le trolley et la Ecovía qui ont leurs propres agents et qui circulent le long d'axes ou la police ne manque pas ; les vois centrales ou la police est plutôt bien présente ; les axes périphériques et axes suburbains ou elle est moins présente (sauf le dimanche). Ceci dit, dans le cas des ouvrages, j'ai ponctuellement adapté. Par exemple, pour l'ouvrage 65 (Partidero a Tumbaco), j'ai mis "très présent", alors que le tronçon auquel il est rattaché (17 - Shyris), ne compte pas une forte présence. De même pour l'ouvrage 88 (Echangeur de Carcelén), j'ai mis "assez présent", alors que le tronçon auquel il est rattaché (13 - Galo Plaza Lasso), ne compte qu'une faible présence. Enfin, le quatrième groupe "pas du tout présent" est imaginable mais n'est pas représenté à Quito.*	
	Valoration	très présent --> 0 assez présent --> 2 peu présent --> 3 pas du tout présent --> 4	

clave	localisation	type d'ouvrage d'art	personnel affecté pour la gestion du trafic et/ou du transport en commun	
01	Intercambiador de Tambillo	échangeur	peu présent	3
12	Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	pont	peu présent	3
18	Autopista Rumiñahui - Puente 3 (Guangopolo)	échangeur	peu présent	3
20	Av. Maldonado y Alonso de Angulo (Villa Flora)	voie surélevée	très présent	0
27	Av. Maldonado y El Sena - Río Machángara	pont	très présent	0
28	El Trébol	échangeur	très présent	0
29	Av. *Pichincha* (entre La Marín y El Trébol)	pont	très présent	0
30	Av. Maldonado y 24 de Mayo (Terminal Terrestre)	pont	très présent	0
34	Avenida *Pichincha* (La Marín)	voie surélevée	très présent	0
35	Av. Occidental (bajo el centro popular de San Roque)	pont	très présent	0
36	Av. Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	pont	très présent	0
37	Av. *Pichincha* y Oriente (San Blas)	pont	très présent	0
38	Velasco Ibarra y Queseras del Medio (La Vicentina)	voie surélevée	peu présent	3
39	Avenida *Pichincha* (San Blas)	pont sur passage surbaissé	très présent	0

40	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia (San Blas)	pont sur passage surbaissé	très présent	0
41	Av. Occidental y Hno. Miguel	pont	très présent	0
42	Av. Occidental (El Tejar)	échangeur	très présent	0
45	Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	pont	peu présent	3
46	Av. 10 de Agosto y Ríofrío	pont sur passage surbaissé	très présent	0
47	Av. 10 de Agosto y Tarqui	pont sur passage surbaissé	très présent	0
48	Av. Patria y 12 de Octubre	échangeur	très présent	0
49	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	pont sur passage surbaissé	très présent	0
50	Paso elevado Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	passage trois niveaux	très présent	0
51	Av. Occidental y Universitaria (Miraflores)	échangeur	très présent	0
52	Interoceánica - Río Chiche	pont	peu présent	3
53	Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	pont	peu présent	3
55	Av. América (Universidad Central)	échangeur	très présent	0
59	Av. Occidental y La Gasca	pont	peu présent	3
62	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Eloy Alfaro	pont sur passage surbaissé	très présent	0
64	Interoceánica - Río Machángara	pont	peu présent	3
65	Av. 6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)	pont sur passage surbaissé	très présent (Partidero de Tumbaco)	0
68	Interoceánica y Nueva Oriental (Cumbayá)	échangeur	peu présent	3
70	Av. 10 de Agosto y Atahualpa	pont sur passage surbaissé	très présent	0
74	Av. Occidental y Mariana de Jesús	échangeur	peu présent	3
76	Av. 10 de Agosto (al sur de la Y)	pont sur passage surbaissé	très présent	0
77	Av. 10 de Agosto (al nivel de la Y)	pont sur passage surbaissé	très présent	0
78	Inicio de la Av. de La Prensa y América (La Y)	voie surélevée	très présent	0
79	Av. Occidental y Carvajal (El Bosque)	échangeur	peu présent	3
80	El Labrador	échangeur	peu présent	3
84	Paso deprimido Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre	pont sur passage surbaissé	peu présent	3
88	Carcelén	échangeur	assez présent (arrêt des bus interprovinciaux en partance pour le Nord)	2
89	Panamericana Norte - Río Guayllabamba	pont	peu présent	3
90	Vía a Tabacundo - Río Pisque	pont	peu présent	3

P – 4B - Capacité de contrôle de l'enjeu

Considère le personnel et les équipements qui permettent de contrôler et de fluidifier les conditions de circulation en période normale. Comprend aussi la facilité d'accès aux ponts, paramètre crucial lorsqu'il s'agit d'intervenir lors d'une d'urgence

Capacité à contrôler les conditions de circulation et/ou les problèmes de voirie		**Facilité d'accès**	
P - 4 – b		**P - 4 - c**	
contrôle par caméra		**Accessibilité**	
oui		forte	
non		moyenne	
		faible	
j'ai repris la localisation des caméras et j'ai regardé quels ouvrages sont sous leur surveillance. En fait le dispositif de caméras video permet grosso modo de visualiser le trafic au niveau de la Y et le long de la Ecovía (6 de Diciembre). Information recueillie par Iván auprès des techniciens de la DMT (Arq. Vinicio Marroquín, Arq. Julio Arteaga, Arq. Gerardo Viteri).		*Nous avons déterminé la facilité d'accès à partir de deux critères : l'éloignement par rapport à l'espace central d'où sont susceptibles de venir les équipes d'intervention et la connexité de l'ouvrage dans le réseau. Si un problème survient au niveau d'un tablier suspendu (circulation empruntant la section aérienne rendue impossible pour x raison ou effondrement), le nombre de voies qui permet d'accéder directement aux abords de l'ouvrage sera décisif pour résoudre le problème (arrivée des équipes d'intervention). Les ponts qui franchissent une rivière ne sont accessibles que par les deux voies qui débouchent sur le pont. Les ponts qui franchissent une autre route sont accessibles par 3 voire 4 voies différentes (carrefour). Les premiers sont moins facilement accessibles que les seconds.*	
oui --> 0 non --> 4		en gros, plus un ouvrage est situé en zone centrale, meilleure sera son accessibilité, et plus encore si ce dernier est un carrefour. Plus l'accès à l'ouvrage est difficile, plus il aura une valoration forte	
		si l'ouvrage est situé en zone centrale --> 0 si l'ouvrage est situé en ville (mais en dehors de la zone centrale) --> 1 si l'ouvrage est situé en partie surburbaine --> 2	si l'ouvrage est un nœud dans le réseau (carrefour vers lequel convergent au moins 3 voies principales) --> 0 sinon --> 2

clave	**contrôle par caméra**		**localisation**	**nœud** (carrefour vers lequel convergent au moins 3 voies principales)	**Total Accessibilité**	**Accessibilité (SYNTHESE)**	**TOTAL VULNERABILITE**
01	non	4	2	0	2	moyenne	9
12	non	4	2	2	4	faible	11
18	non	4	2	0	2	moyenne	9
20	non	4	1	0	1	moyenne	5
27	non	4	0	0	0	élevée	4
28	non	4	0	0	0	élevée	4
29	non	4	0	2	2	moyenne	6
30	non	4	0	0	0	élevée	4
34	oui	0	0	2	2	moyenne	2

35	non	4	0	0	0	élevée	4
36	non	4	0	0	0	élevée	4
37	oui	0	0	0	0	élevée	0
38	non	4	0	2	2	moyenne	9
39	oui	0	0	0	0	élevée	0
40	oui	0	0	0	0	élevée	0
41	non	4	0	2	2	moyenne	6
42	non	4	0	2	2	moyenne	6
45	non	4	2	2	4	faible	11
46	non	4	0	0	0	élevée	4
47	non	4	0	0	0	élevée	4
48	non	4	0	0	0	élevée	4
49	non	4	0	0	0	élevée	4
50	non	4	0	0	0	élevée	4
51	non	4	0	0	0	élevée	4
52	non	4	2	2	4	faible	11
53	non	4	2	2	4	faible	11
55	non	4	0	0	0	élevée	4
59	non	4	0	0	0	élevée	7
62	non	4	0	0	0	élevée	4
64	non	4	2	2	4	faible	11
65	non	4	0	0	0	élevée	4
68	non	4	2	0	2	moyenne	9
70	non	4	0	0	0	élevée	4
74	non	4	0	0	0	élevée	7
76	oui	0	0	0	0	élevée	0
77	oui	0	0	0	0	élevée	0
78	oui	0	0	0	0	élevée	0
79	non	4	0	0	0	élevée	7
80	non	4	1	0	1	moyenne	8
84	non	4	1	0	1	moyenne	8
88	non	4	1	0	1	moyenne	7
89	non	4	2	2	4	faible	11
90	non	4	2	2	4	faible	11

P - 5 - Alternatives de fonctionnement

Quelles sont les alternatives pour la circulation lorsqu'un maillon (pont) manque dans le réseau ? En d'autres termes, quel est le degré de complication de la circulation en cas d'effondrement du pont ?

		PONTS	**Alternative routière**		
			P - 5 - a		
			degré de complication de la circulation sur l'axe enjeu majeur en cas d'effondrement de la section aérienne de l'ouvrage		
			complication assez faible (assez facilement surmontable)		
			complication assez forte (assez difficilement surmontable)		
			complication très forte (difficilement surmontable ou insurmontable)		
		commentaires	*Tous les ouvrages supportent un axe enjeu majeur (c'est ce qui a permis de les retenir comme enjeu majeur). Leur effondrement implique un handicap certain pour la mobilité, plus ou moins facilement surmontable selon les cas (coutournement local possible ou non). En gros, si la section aérienne s'effondre, on cherche à connaître quelles complications connaitrait la circulation sur l'axe enjeu majeur. J'ai regardé s'il y a des connexions possibles indépendantes de la section aérienne à proximité de l'ouvrage, j'ai regardé la difficulté et la longeur des contournements localement et j'ai classé en 3 ordres de grandeur. Dans tous les cas de figure, cela complique au moins un peu la circulation sur l'axe enjeu majeur, c'est pourquoi, la plus faible valoration est 1 (et non pas zéro)*		
		Valoration	complication assez faible --> 1 complication assez forte --> 2 complication très forte --> 4		

clave	**localisation**	**type d'ouvrage d'art**	**possibilités de coutournement direct à proximité de l'ouvrage effondré c'est-à-dire dans un rayon de 500m (cas de force majeur)**	**degré de complication de la circulation sur l'axe enjeu majeur en cas d'effondrement de la section aérienne**	
01	Intercambiador de Tambillo	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
12	Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	pont	non (franchissement d'une rivière, impossible de contourner localement)	complication très forte	4
18	Autopista Rumiñahui - Puente 3 (Guangopolo)	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
20	Av. Maldonado y Alonso de Angulo (Villa Flora)	voie surélevée	oui (bretelles)	complication assez faible	1
27	Av. Maldonado y El Sena - Río Machángara	pont	non (franchissement d'une rivière, impossible de contourner localement)	complication très forte	4
28	El Trébol	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
29	Av. *Pichincha* (entre La Marín y El Trébol)	pont	oui (il s'agit d'un viaduc construit sur le flanc d'un colline qui ne sert que dans le sens de la descente vers El Trébol. On peut donc imaginer utiliser la voie ascendante construite à même le versant en double sens d'autant que c'est une deux voies)	complication assez forte	2

30	Av. Maldonado y 24 de Mayo (Terminal Terrestre)	pont	non (les deux axes ne sont pas reliés entre eux. La voie sécante du niveau inférieure constituerait un véritable obstacle, or c'est l'itinéraire du trolley)	complication très forte	4
34	Avenida *Pichincha* (La Marín)	voie surélevée	oui (mais il faudrait emprunté les venelles du CHQ)	complication assez forte	2
35	Av. Occidental (bajo el centro popular de San Roque)	pont	oui (le pont ne sert que dans le sens sud nord. La voie nord sud pourrait être utilisée dans les deux sens, mais elle n'est pas très large)	complication assez forte	2
36	Av. Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	pont	oui (bretelles)	complication assez faible	1
37	Av. *Pichincha* y Oriente (San Blas)	pont	oui (mais il faudrait emprunté les venelles du CHQ)	complication assez forte	2
38	Velasco Ibarra y Queseras del Medio (La Vicentina)	voie surélevée	oui (le pont ne sert que dans le sens sud nord. La voie nord sud pourrait être utilisée dans les deux sens, d'autant que c'est une double voie)	complication assez faible	1
39	Avenida *Pichincha* (San Blas)	pont sur passage surbaissé	oui (le pont ne sert que dans le sens sud nord. La voie nord sud pourrait être utilisée dans les deux sens, mais un terre-plein sépare les deux chaussées. De plus, le pont supporte l'axe du trolley)	complication assez forte	2
40	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia (San Blas)	pont sur passage surbaissé	oui (le pont ne sert que dans le sens nord sud, La voie sud nord pourrait être utilisée dans les deux sens, mais elle n'est pas très large)	complication assez forte	2
41	Av. Occidental y Hno. Miguel	pont	non (les deux axes ne sont pas reliés entre eux. La voie sécante du niveau inférieure constituerait un véritable obstacle)	complication très forte	4
42	Av. Occidental (El Tejar)	échangeur	non (il existe une alternative compliquée pour le sens sud nord et aucune alternative pour le sens nord sud)	complication très forte	4
45	Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	pont	non (franchissement d'une rivière, impossible de contourner localement)	complication très forte	4
46	Av. 10 de Agosto y Ríofrío	pont sur passage surbaissé	oui (mais il faudrait emprunté des rues étroites parallèles à l'Avenue 10 de Agosto)	complication assez forte	2
47	Av. 10 de Agosto y Tarqui	pont sur passage surbaissé	oui (mais il faudrait emprunté des rues étroites parallèles à l'Avenue 10 de Agosto)	complication assez forte	2
48	Av. Patria y 12 de Octubre	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
49	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	pont sur passage surbaissé	oui (bretelles)	complication assez faible	1
50	Paso elevado Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	passage trois niveaux	oui (bretelles)	complication assez faible	1
51	Av. Occidental y Universitaria (Miraflores)	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
52	Interoceánica - Río Chiche	pont	non (franchissement d'un canyon, impossible de contourner localement)	complication très forte	4

53	Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	pont	non (franchissement d'une rivière, impossible de contourner localement)	complication très forte	4
55	Av. América (Universidad Central)	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
59	Av. Occidental y La Gasca	pont	non (La voie sécante du niveau inférieure constituerait un véritable obstacle, impossible de coutourner localement)	complication très forte	4
62	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Eloy Alfaro	pont sur passage surbaissé	oui (en utilisant la voie parallèle surbaissée)	complication assez faible	1
64	Interoceánica - Río Machángara	pont	non (franchissement d'une rivière, impossible de contourner localement)	complication très forte	4
65	Av. 6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)	pont sur passage surbaissé	oui (en utilisant les bretelles. De plus, le pont ne supporte que la circulation sud nord)	complication assez faible	1
68	Interoceánica y Nueva Oriental (Cumbayá)	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
70	Av. 10 de Agosto y Atahualpa	pont sur passage surbaissé	oui (mais un peu compliqué en utilisant des rues du quartier)	complication assez forte	2
74	Av. Occidental y Mariana de Jesús	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
76	Av. 10 de Agosto (al sur de la Y)	pont sur passage surbaissé	oui (bretelles)	complication assez faible	1
77	Av. 10 de Agosto (al nivel de la Y)	pont sur passage surbaissé	oui (en contournant un pâté de maison)	complication assez faible	1
78	Inicio de la Av. de La Prensa y América (La Y)	voie surélevée	oui (en contournant un pâté de maison)	complication assez faible	1
79	Av. Occidental y Carvajal (El Bosque)	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
80	El Labrador	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
84	Paso deprimido Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre	pont sur passage surbaissé	oui (en contournant un pâté de maison)	complication assez faible	1
88	Carcelén	échangeur	oui (bretelles)	complication assez faible	1
89	Panamericana Norte - Río Guayllabamba	pont	non(franchissement d'une rivière, impossible de contourner localement)	complication très forte	4
90	Vía a Tabacundo - Río Pisque	pont	non (franchissement d'une rivière, impossible de contourner localement)	complication très forte	4

P – 6A - Capacité d'intervention, préparation aux situations de crise et actions prioritaires observées lors des crises passées

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale aux situations de crise des services de transport et des gestionnaires en charge de la circulation. Considère aussi les actions prioritaires observées lors des crises passées qui nous renseignent sur les forces et les faiblesses des préparations et sur les enjeux de crise, c'est-à-dire les éléments sur lesquels l'attention des pouvoirs publics a été portée afin de sauvegarder une fonction vitale.

		Capacité d'intervention en temps normal pouvant servir en période de crise			
		P - 6 - a		**P - 6 - b**	
	PONTS	**véhicules dédiés**		**zone d'intervention rapide des pompiers**	
		oui		à l'intérieur	
		non		à l'extérieur	
	commentaires	*En gros, j'ai fait ressortir si certains véhicules sont affectés spécialement à l'entretien des ponts (grues, camions-nacelles). Ces derniers pourraient intervenir rapidement en cas de problème. D'une manière générale, il n'existe pas de véhicules spécifiques aux ponts mais des véhicules privés ou publics (bétonnière, camions, goudronneuse..) pour l'ensemble du réseau viaire.*		*Les pompiers interviennent en cas d'incendie et d'inondation. Or, nous savons que des parties surbaissées de certaines ouvrages sont sujettes aux inondations. Il est donc pertinent de regarder l'éloignement des ponts par rapport aux casernes de pompiers et de savoir s'ils sont situés dans leur zone d'intervention en moins de 10 minutes. Dans la ville, j'ai regardé ouvrage par ouvrage si oui ou non, ils sont intégrés dans la zone d'intervention rapide des pompiers (moins de 10 min - cf mapa : bomber_interv_10_min_final) . Dans les parties suburbaines, j'ai regardé l'éloignement des ouvrages par rapport aux casernes (de Checa et de Sangolquí).*	
	Valoration	oui --> 0 non --> 4		à l'intérieur --> 0 à l'extérieur --> 4	

clave	**localisation**	**type d'ouvrage d'art**	**véhicules dédiés**		**zone d'intervention rapide des pompiers**	
01	Intercambiador de Tambillo	échangeur	non	4	à l'extérieur	4
12	Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	pont	non	4	à l'intérieur	0
18	Autopista Rumiñahui - Puente 3 (Guangopolo)	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
20	Av. Maldonado y Alonso de Angulo (Villa Flora)	voie surélevée	non	4	à l'intérieur	0
27	Av. Maldonado y El Sena - Río Machángara	pont	non	4	à l'intérieur	0
28	El Trébol	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
29	Av. *Pichincha* (entre La Marín y El Trébol)	pont	non	4	à l'intérieur	0
30	Av. Maldonado y 24 de Mayo (Terminal Terrestre)	pont	non	4	à l'intérieur	0
34	Avenida *Pichincha* (La Marín)	voie surélevée	non	4	à l'intérieur	0
35	Av. Occidental (bajo el centro popular de San Roque)	pont	non	4	à l'intérieur	0
36	Av. Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	pont	non	4	à l'intérieur	0
37	Av. *Pichincha* y Oriente (San Blas)	pont	non	4	à l'intérieur	0
38	Velasco Ibarra y Queseras del Medio (La Vicentina)	voie surélevée	non	4	à l'intérieur	0
39	Avenida *Pichincha* (San Blas)	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
40	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia (San Blas)	pont sur passage	non	4	à l'intérieur	0

		surbaissé				
41	Av. Occidental y Hno. Miguel	pont	non	4	à l'intérieur	0
42	Av. Occidental (El Tejar)	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
45	Interoceánica - Río San Pedro (cerca del Club El Nacional)	pont	non	4	à l'intérieur	0
46	Av. 10 de Agosto y Ríofrío	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
47	Av. 10 de Agosto y Tarqui	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
48	Av. Patria y 12 de Octubre	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
49	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
50	Paso elevado Av. 10 de Agosto y Patria (El Guambra)	passage trois niveaux	non	4	à l'intérieur	0
51	Av. Occidental y Universitaria (Miraflores)	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
52	Interoceánica - Río Chiche	pont	non	4	à l'intérieur	0
53	Interoceánica - Quebrada Auqui Chico (antes de la Primavera)	pont	non	4	à l'intérieur	0
55	Av. América (Universidad Central)	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
59	Av. Occidental y La Gasca	pont	non	4	à l'intérieur	0
62	Paso deprimido Av. 10 de Agosto y Eloy Alfaro	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
64	Interoceánica - Río Machángara	pont	non	4	à l'intérieur	0
65	Av. 6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
68	Interoceánica y Nueva Oriental (Cumbayá)	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
70	Av. 10 de Agosto y Atahualpa	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
74	Av. Occidental y Mariana de Jesús	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
76	Av. 10 de Agosto (al sur de la Y)	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
77	Av. 10 de Agosto (al nivel de la Y)	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
78	Inicio de la Av. de La Prensa y América (La Y)	voie surélevée	non	4	à l'intérieur	0
79	Av. Occidental y Carvajal (El Bosque)	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
80	El Labrador	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
84	Paso deprimido Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre	pont sur passage surbaissé	non	4	à l'intérieur	0
88	Carcelén	échangeur	non	4	à l'intérieur	0
89	Panamericana Norte - Río Guayllabamba	pont	non	4	à l'extérieur	4
90	Vía a Tabacundo - Río Pisque	pont	non	4	à l'extérieur	4

P – 6B - Capacité d'intervention, préparation aux situations de crise et actions prioritaires observées lors des crises passées

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale aux situations de crise des services de transport et des gestionnaires en charge de la circulation. Considère aussi les actions prioritaires observées lors des crises passées qui nous renseignent sur les forces et les faiblesses des préparations et sur les enjeux de crise, c'est-à-dire les éléments sur lesquels l'attention des pouvoirs publics a été portée afin de sauvegarder une fonction vitale.

Préparation générale				Préparation face à des phénomènes spécifiques			
P - 6 - c		**P - 6 - d**		**P - 6 - e**		**P - 6 - f**	
existence de plan de gestion des crises face à tout type de phénomènes		**équipe d'intervention spéciale**		**plan prévu de nettoyage des chaussées en cas d'éruption du volcan *Pichincha* (octobre 1999)**		**surveillance renforcée par des agents du CCO pendant la crise du *Pichincha* (octobre 1999)**	
oui		oui		priorité 1 ou 2		oui (in situ)	
non		non		priorité 3 ou 4		oui (depuis)	
				pas de nettoyage prévu		non	
Les pouvoirs publics possèdent-ils un plan d'action pour résoudre rapidement des problèmes survenant sur les ponts de l'agglomération ? Organisent-ils des simulations?		*Existe-t-il un personnel organisé pour intervenir en cas de gros problème au niveau des ponts ?*		*On montre ici que les pouvoirs publics peuvent se préparer face à une menace donnée attendue (éruption volcanique) et qu'ils mettent au point des plans en particulier de nettoyage des chaussées. L'enjeu est de déblayer les axes (et donc les ouvrages situés sur leur parcours) qui paraissent aux yeux des gestionnaires essentielles pour le fonctionnement en période de crise (ouvrages faisant partie d'une voie d'accès aux hôpitaux, aux casernes de pompiers, centre de ravitaillement en denrées alimentaires...). Il existe donc des priorités d'actions. La récupération de la fonctionnalité des axes et ouvrages nettoyés en premier témoigne d'une dynamique positive à l'opposé de la vulnérabilité. Ceci dit, le nettoyage des rues relève aussi de préoccupations d'orde sanitaire (éviter la levée de poussière dangereuse pour les piétons sur les axes centraux) et de préoccupations par rapport à d'autres systèmes (colmatage des égouts ou dysfonctionnement du système de transport, tel que le trolley).*		*Des agents d'observation du CCO avaient été envoyés en 18 endroits différents pour informer en permanence via radio la centrale afin d'adapter la régulation du trafic en temps réel. J'ai considéré la liste des points d'observation contenue dans le plan de contingencia de la mairie. Certains agents se trouvaient à des carrefours sur les boulevards, à proximité d'ouvrages, c'est-à-dire in situ, d'autres observaient depuis des points aériens de contrôle. Nous considérons que les ponts situés à moins de 5 Km à vol d'oiseau de ces points aériens bénéficient d'un contrôle (depuis...), les autres non. L'observation in situ est plus fiable que l'observation à distance (l'observateur à distance couvre un ensemble de boulevards et d'ouvrages beaucoup plus grand).*	
oui --> 0 non --> 4		oui --> 0 non --> 4		J'ai repris les priorités des plans de gestion de crise élaboré par la mairie. Lorsque l'ouvrage, se situe à la charnière de deux tronçons, on lui attribue la valoration la moins pénalisante. priorité 1 ou 2 --> 0 priorité 3 ou 4 --> 1 pas de nettoyage prévu --> 2		oui (in situ) --> 0 oui (depuis… + in situ) --> 0 (depuis..) --> 1 non --> 2	

clave	**existence de plan de gestion des crises face à tout type de phénomènes**		**équipe d'intervention spéciale**		**plan prévu de nettoyage des chaussées en cas d'éruption du volcan *Pichincha* (octobre 1999)**		**surveillance renforcée par des agents du CCO pendant la crise du *Pichincha* (octobre 1999)**		**TOTAL VULNERABILITE**
01	non	4	non	4	priorité 1	0	non	2	18
12	non	4	non	4	priorité 3 ou 4	1	oui (depuis Nueva oriental)	1	14
18	non	4	non	4	priorité 3 ou 4	1	oui (depuis Nueva oriental)	1	14
20	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo)	1	13

27	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo)	1	13
28	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo)	1	13
29	non	4	non	4	priorité 2	0	oui (depuis le Panecillo)	1	13
30	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo)	1	13
34	non	4	non	4	priorité 2	0	oui (depuis le Panecillo)	1	13
35	non	4	non	4	priorité 2	0	oui (depuis le Panecillo, depuis Toctiuco + in situ 24 de Mayo)	0	12
36	non	4	non	4	priorité 2	0	oui (depuis le Panecillo, depuis Toctiuco + in situ 24 de Mayo)	0	12
37	non	4	non	4	priorité 2	0	oui (depuis le Panecillo)	1	13
38	non	4	non	4	priorité 2	0	non	2	14
39	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo)	1	13
40	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le Panecillo)	1	13
41	non	4	non	4	priorité 2	0	oui (depuis Toctiuco)	1	13
42	non	4	non	4	priorité 2	0	oui (depuis Toctiuco)	1	13
45	non	4	non	4	pas de nettoyage prévu	2	non	2	16
46	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le PAC situé sur le toit du Banco del Préstamo)	1	13
47	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le PAC situé sur le toit du Banco del Préstamo)	1	13
48	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le PAC situé sur le toit du Banco del Préstamo)	1	13
49	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (in situ PAC situé sur le toit du Banco del Préstamo)	0	12
50	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (in situ PAC situé sur le toit du Banco del Préstamo)	0	12
51	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (in situ)	0	12
52	non	4	non	4	pas de nettoyage prévu	2	non	2	16
53	non	4	non	4	pas de nettoyage prévu	2	non	2	16
55	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le PAC situé sur le toit du Banco del Préstamo)	1	13
59	non	4	non	4	priorité 2	0	non	2	14
62	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis le PAC situé sur le toit du Banco del Préstamo)	1	13
64	non	4	non	4	pas de nettoyage prévu	2	non	2	16
65	non	4	non	4	pas de nettoyage prévu	2	non	2	16
68	non	4	non	4	pas de nettoyage prévu	2	non	2	16
70	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (in situ - poste de la UPGT)	0	12
74	non	4	non	4	priorité 2	0	oui (in situ - poste Mariana de Jesús)	0	12
76	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis - poste El Bosque)	1	13
77	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis - poste El Bosque)	1	13
78	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (depuis - poste El Bosque)	1	13
79	non	4	non	4	priorité 2	0	oui (in situ - poste El Bosque)	0	12
80	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (in situ)	0	12
84	non	4	non	4	priorité 1	0	non	2	14

88	non	4	non	4	priorité 1	0	oui (in situ)	0	12
89	non	4	non	4	pas de nettoyage prévu	2	non	2	20
90	non	4	non	4	pas de nettoyage prévu	2	non	2	20

14 – Matrice de vulnérabilité des tunnels enjeux

T – 1A- Vulnérabilités intrinsèques liées aux caractéristiques structurales de l'ouvrage et à ses équipements

Considère toutes les vulnérabilités liées aux caractéristiques structurales d'un tunnel. Tout ce qui atteste de l'état général de l'ouvrage, de sa fragilité, de ses défauts de construction. Considère aussi les défaillances de ses équipements et l'attention qui doit lui être portée pour que la circulation y soit sécurisée.

		Caractéristiques structurales					
		T - 1 - a		T - 1 - b		T - 1 - c	
	TUNNELS	**longueur**		**état du revêtement**		**faiblesse dans la construction**	
	commentaires	*plus un tunnel est long, plus il apparaît comme dangereux et plus les interventions en cas d'incidents seront délicates.*		*Un groupe de techniciens de la DMT s'est prononcé (Arq. Vinicio Marroquín, Arq. Julio Arteaga, Arq. Gerardo Viteri). Il s'agit de l'état des chaussées au début décembre 2003. C'est donc avant tout une appréciation subjective. J'ai repris la valoration utilisée pour les axes.*		*l'infiltration d'eau peut entraîner des dégats dans les systèmes de ventilation et d'éclairage, rendre la chaussée glissante, gêner la visibilité des conducteurs. L'accumulation d'eau à l'intérieur du tunnel (à cause d'une déficience du système d'évacuation) peut paralyser temporairement le trafic.*	
	Valoration	moins de 100 m --> 0 [100 - 400 m[--> 1 [400 - 1000[--> 2 [1000 - 2000[--> plus de 2000 m --> 4		bon état --> 0 état satisfaisant --> 1 mauvais état --> 2		aucun problème --> 0 problème d'étanchéité (infiltration) --> 1 chaussée en forme de dépression --> 2 fissuration des tubes --> 3 tendance à l'affaissement --> 4	
clef	**nom**	**longueur**		**état du revêtement**		**faiblesse dans la construction**	
1	San Juan	680 m	2	état satisfaisant	1	problème d'étanchéité (infiltration)	1
2	San Roque	450 m	2	état satisfaisant	1	problème d'étanchéité (infiltration)	1
3	San Diego	65 m	0	état satisfaisant	1	chaussée en forme de dépression rendant difficile l'évacuation des eaux	2

T – 1B - Vulnérabilités intrinsèques liées aux caractéristiques structurales de l'ouvrage et à ses équipements

Considère toutes les vulnérabilités liées aux caractéristiques structurales d'un tunnel. Tout ce qui atteste de l'état général de l'ouvrage, de sa fragilité, de ses défauts de construction. Considère aussi les défaillances de ses équipements et l'attention qui doit lui être portée pour que la circulation y soit sécurisée.

	Equipements				Attention nécessaire		
	T - 1 - d		**T - 1 - e**		**T - 1 - f**		
	éclairage		**ventilation**		**nettoyage requis**		
	l'éclairage a une incidence directe sur la sécurité de la circulation. Un éclairage déficient peut être à l'origine d'un nombre élevé accidents		*l'évacuation des gaz d'échappement permet de réduire l'opacité de l'air et d'améliorer la visibilité. Sur les trois tunnels enjeux majeurs, deux sont équipés de systèmes d'évacuation des gaz mais la plupart du temps ils sont hors service ce qui explique la forte pollution à l'intérieur des tunnels (sauf dans celui de san Diego étant très court). Ceci dit, la pollution n'empêche pas les piétons et véhicules de les traverser. La vulnérabilité n'est pas maximum, mais elle reste néanmoins relativement forte.*		*tous les tunnels sont nettoyés mensuellement par une équipe de l'EMOP-Q (nettoyage du carrelage latéral et changement des ampoules grillées). Il s'agit d'une maintenance nécessaire régulière.*		
	excellent --> 0 satisfaisant --> 1 déficient ou inexistant --> 2		excellent --> 0 inexistante mais pas nécessaire --> 0 acceptable --> 1 déficiente --> 2		non requis --> 0 requis --> 2		

clef	éclairage		ventilation		nettoyage requis		TOTAL VULNERABILITE
1	satisfaisant	1	déficiente	2	requis	2	9
2	satisfaisant	1	déficiente	2	requis	2	9
3	satisfaisant	1	inexistante (mais pas nécessaire car le tunnel est très court)	0	requis	2	6

T - 2 - Dépendance

La dépendance reflète les équipements dont sont munis les ouvrages et qui s'avèrent nécessaires pour leur "bon" fonctionnement, c'est-à-dire pour que la circulation se fasse dans les meilleures conditions.

		Energie	
		T - 2 - a	
	TUNNELS	électricité	
	commentaires	*les ventilateurs et les systèmes d'éclairage ont aussi besoin d'électricité pour fonctionner. A Quito, les tunnels équipés des deux systèmes ont une "dépendance moyenne" vis-à-vis de l'énergie électrique, et le tunnel de San Diego, n'ayant qu'un système d'éclairage, a une "dépendance faible". A Quito, compte tenu de la relative faible longueur des tunnels, on ne recense pas de forte ou de très forte dépendance pour les tunnels.*	
	Valoration	dépendance nulle --> 0 dépendance faible --> 1 dépendance moyenne --> 2 dépendance forte --> 3 dépendance très forte --> 4	
clef	**nom**	**électricité**	
1	San Juan	dépendance moyenne	2
2	San Roque	dépendance moyenne	2
3	San Diego	dépendance faible	1

T – 3A - Exposition aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions associés au stockage de produits inflammables, susceptibilité d'endommagement de l'infrastructure et susceptibilité de perturbation de la circulation

On analyse ici tous les phénomènes d'origine naturelle et les dangers d'explosions liés au stockage de produits inflammables susceptibles d'affecter les tunnels et de perturber les flux de manière inopinée.

A - Exposition des accès immédiats des tunnels aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions de produits inflammables

	Aléas d'origine naturelle											
TUNNELS	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	
	0		0		0		0		2		0	
	1		1		1		1				1	
	3		2		3		3				3	
			3									
commentaires	*on regarde à partir du même jeu de cartes d'aléas que celui utilisé pour les axes, l'exposition des voies d'accès aux tunnels. En effet, l'intérieur du tunnel n'est pas directement exposé (sauf aux inondations liées aux écoulements sur la chaussée de lames d'eau provenant de l'extérieur du tunnel). Nous ne considérons pas l'exposition aux failles géologiques dont le rejeu, en cas de séisme, pourrait affecter sérieusement les tunnels, car les failles recensées dans le secteur ne sont plus considérées comme actives et sont relativement profondes. J'ai regardé aléa par aléa, quelle est la situation des voies d'accès de chaque tunnel. Nota : A partir du moment où une voie d'accès peut être interrompue, c'est la fonction du tunnel tout entier qui est remise en cause.*											
Valoration	lorsqu'aucun des accès n'est exposé --> 0 lorsqu'au moins un accès est exposé à un risque mineur --> 1 lorsqu'au moins un accès est exposé à un risque majeur --> 3 lorsque l'aléa (inondation) peut pénétrer à l'intérieur du tunnel --> 3											

clef	**nom**	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	
1	San Juan	accès sud exposé aux coulées boueuses (risque mineur)	1	les deux accès sont exposés aux inondations (risque mineur)	1	les deux accès sont très exposés à l'instabilité des terrains (risque majeur)	3	accès sud très exposé (risque majeur)	3	les entrées du tunnel sont légèrement exposées	0	les deux accès sont très exposés (risque majeur)	3
2	San Roque	accès nord exposé aux coulées boueuses (risque mineur)	1	les deux accès sont exposés aux inondations (risque mineur)	1	les deux accès sont très exposés à l'instabilité des terrains (risque majeur)	3	accès sud très exposé (risque majeur)	3	les entrées du tunnel sont légèrement exposées	0	les deux accès sont très exposés (risque majeur)	3
3	San Diego	accès non exposés	0	les deux accès sont exposés aux inondations (risque mineur). Ce tunnel à plusieurs reprises a été inondé dans le passé	3	accès non exposés	0	accès non exposés	0	les entrées du tunnel sont légèrement exposées	0	accès non exposés	0

T – 3B - Exposition aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions associés au stockage de produits inflammables, susceptibilité d'endommagement de l'infrastructure et susceptibilité de perturbation de la circulation

On analyse ici tous les phénomènes d'origine naturelle et les dangers d'explosions liés au stockage de produits inflammables susceptibles d'affecter les tunnels et de perturber les flux de manière inopinée.

A - Exposition des accès immédiats des tunnels aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions de produits inflammables

		Aléa anthropique
	TUNNELS	**explosions de produits dangereux**
		0
		1
		3
	commentaires	*J'ai regardé par rapport aux zones à risques liés au stockage de produits inflammables et explosifs, quelle est la situation des voies d'accès de chaque tunnel.*
	Valoration	lorsqu'aucun des accès n'est exposé --> 0 lorsqu'au moins un accès est exposé à un risque mineur --> 1 lorsqu'au moins un accès est exposé à un risque majeur --> 3 lorsque l'aléa (inondation) peut pénétrer à l'intérieur du tunnel --> 3

clef	nom	explosions de produits dangereux		Total exposition
1	San Juan	accès non exposés	0	11
2	San Roque	accès non exposés	0	11
3	San Diego	accès non exposés	0	9

B - Susceptibilité d'endommagement des voies d'accès aux tunnels

TUNNELS	Aléas d'origine naturelle					Aléa anthropique
	coulées boueuses	**inondations**	**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)	**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	**chute de cendres volcaniques**	**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	**explosions de produits dangereux**
	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	
	légère	légère	légère	légère	légère	légère	forte
	forte	forte	forte	forte	forte	forte	
Méthode	*Une inondation peut rendre le tunnel inopérant sans pour autant l'endommager. C'est pour cela que nous différencions "susceptibilité d'endommagement" et "susceptibilité de perturbation du trafic". On suppute donc a priori la susceptibilité d'endommagement des voies d'accès aux tunnels en cas de manifestations de chaque aléa (susceptibilité qui semble la plus plausible compte tenu des caractéristiques des aléas à Quito). On individualise trois classes "susceptibilité nulle", "susceptibilité légère" et "forte susceptibilité". On reprend les mêmes susceptibilités que celles retenues pour les axes.*					*Face à une explosion, il est fort probable qu'il y ait endommagements des voies d'accès. Dans tous les cas de figure, quel que soit le tunnel, nous considérons qu'il y a une forte susceptibilité (comme pour les axes)*

clef	nom	coulées boueuses	inondations	instabilité des terrains (glissement, éboulement, affaissement)	séismes (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)	chute de cendres volcaniques	lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves	explosions de produits dangereux
1	San Juan	légère	nulle	forte	forte	nulle (les cendres n'occasionnent pas de dommage aux voies d'accès, tout au plus, elles peuvent affecter les ventilateurs)	forte	forte
2	San Roque	légère	nulle	forte	forte	nulle (les cendres n'occasionnent pas de dommage aux voies d'accès, tout au plus, elles peuvent affecter les ventilateurs)	forte	forte
3	San Diego	légère	nulle	forte	forte	nulle (les cendres n'occasionnent pas de dommage aux voies d'accès, tout au plus, elles peuvent affecter les ventilateurs)	forte	forte

C - Susceptibilité de perturbation du trafic

		Aléas d'origine naturelle												Aléa anthropique	
	TUNNELS	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**	
		légère		légère		légère		légère		légère		légère		légère	
		forte		forte		forte		forte		forte		forte		forte	
	Méthode	*on suppute a priori la susceptibilité de perturbation du trafic et du transport en commun en cas de manifestations de chaque aléa (susceptibilité qui semble la plus plausible). On se base sur les perturbations passées (le tunnel de San Diego a été à plusieurs reprises inondé et la circulation a été momentanément interrompue). Nota : chaque aléa est susceptible de perturber au moins légèrement le trafic. On individualise donc deux classes : "susceptibilité légère" et "forte susceptibilité". On considère qu'il y a une légère susceptibilité lorsque la circulation est ralentie (circulation possible mais pouvant être périlleuse, impliquant une grande prudence chez les conducteurs). Ceci est le cas en cas de chutes de cendres compte tenu de leurs caractéristiques à Quito (quelques millimètres tout au plus). On considère qu'il y a une forte susceptibilité lorsque la circulation est complètement bloquée (passage impossible). Ceci peut être le cas par exemple en cas de coulées boueuses, de glissements de terrain, de séisme..*												*Face à une explosion, compte tenu des dégâts occasionnés aux voies d'accès et compte tenu des émanations de gaz toxiques et du rayonnement de chaleur, il est fort probable qu'il y ait des perturbations du trafic. Dans tous les cas de figure, quel que soit le tunnel, nous considérons qu'il y a une forte susceptibilité.*	
clef	**nom**	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**	
1	San Juan	forte		légère		forte		forte		légère		forte		forte	
2	San Roque	forte		légère		forte		forte		légère		forte		forte	
3	San Diego	forte		forte		forte		forte		légère		forte		forte	

D - Bilan : Exposition aux aléas, susceptibilités d'endommagement et de perturbation

	Aléas d'origine naturelle												Aléa anthropique	
TUNNELS	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**	

Méthode	e = exposition
	s_1 = susceptibilité d'endommagement de la voirie
	s_2 = susceptibilité de perturbation du trafic et des transports en commun
	Bes = bilan de l'exposition et des susceptibilités d'endommagement des voies d'accès et de perturbation du trafic
	si e = 0 ; alors Bes = 0
	si e = 1, et si s_1 ou s_2 = forte ; alors Bes = 2 ; sinon Bes = 1
	si e = 2, et si s_1 ou s_2 = forte ; alors Bes = 3 ; sinon Bes = 2
	si e = 3 et si s_1 ou s_2 = forte ; alors Bes = 4 ; sinon Bes = 3

clef	**nom**	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**		**Total exposition et susceptibilité**
1	San Juan	1_légère_forte	2	1_nulle_légère	1	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	0_nulle_légère	0	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	15
2	San Roque	1_légère_forte	2	1_nulle_légère	1	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	0_nulle_légère	0	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	15
3	San Diego	0_légère_forte	0	3_nulle_forte	4	0_forte_forte	0	0_forte_forte	0	0_nulle_légère	0	0_forte_forte	0	0_forte_forte	0	4

T – 4A - Capacité de contrôle de l'enjeu

Considère le personnel, les équipements, la configuration des ouvrages qui permettent de contrôler et de fluidifier les conditions de circulation en période normale. Comprend aussi la facilité d'accès aux tunnels, paramètre crucial lorsqu'il s'agit d'intervenir lors d'une d'urgence

		Présence humaine		**Equipements et configuration**			
		T - 4 - a		**T - 4 - b**		**T - 4 - c**	
	TUNNELS	**présence de policiers aux entrées des tunnels**		**contrôle par caméra**		**présence de bornes incendie à l'intérieur des tunnels**	
		très présent		oui		oui	
		assez présent		non		non mais pas indispensable	
		peu présent				non bien qu'indispensable	
		pas du tout présent					
	commentaires	*la disponibilité sur place de policiers est un plus pour résoudre rapidement un problème*		*le contrôle par caméra est utile pour alerter la police, les secours en cas de besoin, mais l'absence de caméra n'est pas complètement critique, on pourrait même dire que les tunnels sous vidéo-surveillance sont plutôt rares dans le monde. La situation la pire (absence de caméra) est donc associée à la valoration 2 (et non pas 4).*		*la présence de bornes incendie est importante pour éteindre les feux à l'intérieur du tunnel*	
	Valoration	très présent --> 0 assez présent --> 2 peu présent --> 3 pas du tout présent --> 4		oui --> 0 non --> 2		oui --> 0 non mais pas indispensable --> 1 non bien qu'indispensable --> 4	
clef	**nom**	**présence de policiers aux entrées des tunnels**		**contrôle par caméra**		**présence de bornes incendie à l'intérieur des tunnels**	
1	San Juan	**très présent**(présence de policiers aux deux entrées)	0	non	2	oui	0
2	San Roque	**très présent** (présence de policiers aux deux entrées)	0	non	2	oui	0
3	San Diego	**peu présent** (pas de présence de policiers aux entrées directes du tunnel mais à proximité)	3	non	2	non (mais pas indispensable vu que le tunnel est très court)	1

T – 4B - Capacité de contrôle de l'enjeu

Considère le personnel, les équipements, la configuration des ouvrages qui permettent de contrôler et de fluidifier les conditions de circulation en période normale. Comprend aussi la facilité d'accès aux tunnels, paramètre crucial lorsqu'il s'agit d'intervenir lors d'une d'urgence

	Equipements et configuration		Facilité d'accès
	T - 4 - d	**T - 4 - e**	**T - 4 - f**
TUNNELS	**communication entre les tubes**	**voie réservée aux secours**	**accessibilité**
	oui	voie carrossable	forte
	non mais pas indispensable	voie piétonne	moyenne
	non bien qu'indispensable	aucune	faible
			
commentaires	*les passages d'un tube à l'autre sont importants pour intervenir en cas d'accident (possibilité d'accéder à l'intérieur d'un tube en empruntant l'autre). Ils peuvent aussi servir d'itinéraire de refuge et d'évacuation*	*dans certains tunnels, dans d'autres villes, il existe une bande d'arrêt d'urgence qui peut être utilisée par les secours en cas de problème. On les nomme "voies carrossables". A Quito, cette configuration n'existe pas, au mieux les tunnels comportent des trottoirs surélevés que pourraient emprunter les équipes de secours. On les nomme "voie piétonne".*	*Si un problème survient au niveau d'un tunnel, le nombre de voies importantes qui permet d'accéder directement à l'entrée de l'ouvrage sera décisif pour résoudre le problème (arrivée des équipes d'intervention). En effet, étant situé en amont du centre historique à faible capacité viaire, il convient surtout de considérer l'accessibilité aux tunnels par le biais des grandes avenues.*
Valoration	oui --> 0 non mais pas indispensable --> 1 non non bien qu'indispensable --> 4	voie carrossable --> 0 aucune mais pas indispensable --> 1 voie piétonne --> 2 aucune --> 4	forte --> 0 moyenne --> 2 faible --> 4

clef	nom	communication entre les tubes		voie réservée aux secours		accessibilité		TOTAL VULNERABILITE
1	San Juan	oui	0	aucune voie d'urgence carrossable mais il existe des trottoirs surélevés qui permettraient aux secours d'accéder à pied en cas de problème	2	**moyenne**l'entrée nord est accessible par deux grands axes convergents (Avenues Mariscal Sucre et Universitaria)l'entrée sud n'est accessible que par l'Avenue Mariscal Sucre après avoir franchi le tunnel de San Roque	2	6
2	San Roque	oui	0	aucune voie d'urgence carrossable mais il existe des trottoirs surélevés qui permettraient aux secours d'accéder à pied en cas de problème	2	**moyenne** l'entrée nord n'est accessible que par l'Avenue Mariscal Sucre après avoir franchi le tunnel San Juan l'entrée sud est accessible par deux grands axes convergents (Avenues Mariscal Sucre et 24 de Mayo)	2	6
3	San Diego	non (mais pas indispensable vu que le tunnel est très court)	1	aucune (mais pas indispensable vu que le tunnel est très court)	1	**moyenne** l'entrée nord n'est accessible que par l'Avenue Mariscal Sucre l'entrée sud n'est accessible que par l'Avenue Mariscal Sucre	2	10

T - 5 - Alternatives de fonctionnement

Quelles sont les alternatives pour la circulation lorsqu'un maillon (tunnel) manque dans le réseau?

En d'autres termes, quel est le degré de complication de la circulation en cas de fermeture d'un tunnel ?

		Alternative routière	
		T - 5 - a	
	TUNNELS	**degré de complication de la circulation sur l'axe enjeu majeur en cas de fermeture des tunnels**	
		complication assez faible (assez facilement surmontable)	
		complication assez forte (assez difficilement surmontable)	
		complication très forte (difficilement surmontable ou insurmontable)	
	commentaires	*Compte tenu de l'importance des volumes de trafic empruntant les tunnels et compte tenu du fait qu'il n'existe que peu d'alternative pour relier le nord et le sud de la ville, on peut dire qu'en cas de fermeture d'un tunnel cela rendrait très problématiques les communications nord sud*	
	Valoration	complication assez faible --> 1 complication assez forte --> 2 complication très forte --> 4	
clef	**nom**	**degré de complication de la circulation sur l'axe enjeu majeur en cas de fermeture des tunnels**	
1	San Juan	complication très forte	4
2	San Roque	complication très forte	4
3	San Diego	complication très forte	4

T – 6A - Capacité d'intervention, préparation aux situations de crise et actions prioritaires observées lors des crises passées

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale des gestionnaires en charge de la circulation dans les tunnels ou en charge d'intervenir en cas de problème à l'intérieur des tunnels.

Considère aussi les actions prioritaires observées lors des crises passées qui nous renseignent sur les forces et les faiblesses des préparations et sur les enjeux de crise, c'est-à-dire les élements sur lesquels l'attention des pouvoirs publics a été portée afin de sauvegarder une fonction vitale.

	Capacité d'intervention en temps normal pouvant servir en période de crise					
	T - 6 - a		**T - 6 - b**		**T - 6 - c**	
TUNNELS	**véhicules dédiés**		**zone d'intervention rapide des pompiers**		**proximité du SIAT**	
	oui		à l'intérieur		assez proche	
	non		à l'extérieur		assez loin	
					loin	
					très loin	

	commentaires	*En gros, j'ai fait ressortir si certains véhicules sont affectés spécialement aux tunnels. Il pourrait s'agir d'ambulances, de dépanneuses, de véhicules d'entretien ou de camions contre les incendies stationnés à proximité des tunnels... autant de véhicules qui pourraient intervenir rapidement en cas de problème et qui pourraient aider à gérer des situations de crise. L'info sur la présence ou non de ces véhicules spécifiques provient des entretiens d'Iván.*		*Le fait que les pompiers soient présents ou plus rapidement présents en certains lieux plutôt qu'en d'autres est un plus pour ces lieux. De plus, ce type de situation n'est pas le fruit du hasard. Le fait qu'il y ait des pompiers en certains lieux est bien quelque chose de pensé pour essayer de couvrir des secteurs qui valent plus la peine que d'autres. Les pompiers interviennent surtout en cas d'incendie et d'inondation. J'ai regardé pour chaque tunnel si oui ou non, ils sont intégrés dans la zone d'intervention rapide des pompiers (moins de 10 min - cf mapa : zon_interv_10_min_final) .*		*Le SIAT est le service de la police qui intervient dans les accidents graves de la route (ce sont eux qui interviennent en cas d'accidents avec victimes et en cas d'accidents comportant des produits dangereux). Le fait que les policiers du SIAT soient présents ou plus rapidement présents en certains lieux plutôt qu'en d'autres est un plus pour ces lieux. J'ai mesuré la distance de Manhattan entre le siège du SIAT où sont basées les patrouilles (Colón y 9 de Octubre) et les entrées nord des tunnels (par où arriveraient les patrouilles du SIAT). J'ai choisi le chemin le plus court en utilisant le réseau principal (Colón, América, Universitaria et Mariscal Sucre).*	
	Valoration	oui --> 0 non --> 4		à l'intérieur --> 0 à l'extérieur --> 4		[0 - 1 Km[--> très proche --> 0 [1 - 3 Km [--> assez proche --> 1 [3 - 6 Km [--> assez loin --> 2 [6 - 12 Km [--> loin --> 3 12 Km et plus --> très loin --> 4	

clef	**nom**	**véhicules dédiés**		**zone d'intervention rapide des pompiers**		**proximité du SIAT**	
1	San Juan	non	4	à l'intérieur	4	**assez loin** (à 3,6 Km de l'entrée Nord)	2
2	San Roque	non	4	à l'intérieur	4	**assez loin** (à 4,7 Km de l'entrée Nord)	2
3	San Diego	non	4	à l'intérieur	4	**assez loin** (à 5,8 Km de l'entré Nord)	2

T – 6B - Capacité d'intervention, préparation aux situations de crise et actions prioritaires observées lors des crises passées

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale des gestionnaires en charge de la circulation dans les tunnels ou en charge d'intervenir en cas de problème à l'intérieur des tunnels.
Considère aussi les actions prioritaires observées lors des crises passées qui nous renseignent sur les forces et les faiblesses des préparations et sur les enjeux de crise, c'est-à-dire les élements sur lesquels l'attention des pouvoirs publics a été portée afin de sauvegarder une fonction vitale.

Préparation générale								
T - 6 - d	**T - 6 - e**		**T - 6 - f**		**T - 6 - g**		**T - 6 - h**	
existence d'un plan de gestion des crises face à tout type de phénomènes	**existence d'un plan de gestion des crises face à un phénomène particulier**	**Existence de plan (SYNTHESE)**	**équipe d'intervention spéciale**		**organisation de simulation**		**surveillance renforcée par des agents du CCO lors de la crise du *Pichincha* (octobre 1999)**	
plan spécifique, propre à l'ouvrage	plan spécifique, propre à l'ouvrage		oui		oui		oui	
plan plus global comportant des mesures particulières pour un ouvrage	plan plus global comportant des mesures particulières pour un ouvrage		non		non		non	
aucun	aucun							

On distingue ici les plans spécifiques, propres à l'ouvrage (mesures spéciales axées sur l'ouvrage) et les plans plus globaux (de gestion de la circulation, par exemple) comportant des mesures particulières pour un ouvrage (telle que sa fermeture)

	on essaie de savoir si certains organismes (pompiers, EMOP) ont préparé un plan pour affronter les problèmes qui pourraient survenir à l'intérieur des tunnels quelle qu'en soit la cause (incendie, accidents….). L'information est issue des entretiens d'Iván auprès de l'Ingeniero Masapanta Fiscalización EMOP et d'une personne du departamento de Prevención y Control del Cuerpo de Bomberos. On pourrait imaginer que quelque soit le phénomène perturbateur, il existe des mesures spéciales au niveau du tunnel pour affronter la crise (accélération de la ventilation, surveillance renforcée...)	*D'après les entretiens menés, il n'existe qu'un seul plan, celui préparé par la UPGT pour affronter la crise du Pichincha de 1999. Il avait été prévu la fermeture des tunnels lors de l'éruption (alerte rouge) car il était à craindre des lahars sur les versants du Pichincha. Cette mesure spéciale fait partie d'un plan général de gestion de la circulation face à une crise du Pichincha. Il ne s'agit pas d'un plan spécialement axé sur les tunnels.*		*Existe-t-il un personnel organisé pour intervenir en cas de gros problème dans les tunnels ? (équipé de combinaisons spéciales, masques à oxigène..)*		*Des simulations sont-elles organisées épisodiquement pour gérer des situations de crise (par exemple pour se préparer face aux incendies)?*		*Des agents d'observation du CCO avaient été envoyés en 18 endroits différents pour informer en permanence via radio la centrale afin d'adapter la régulation du trafic en temps réel. J'ai considéré la liste des points d'observation contenue dans le plan de contingencia de la mairie. Certains agents se trouvaient à des carrefours sur les boulevards, à proximité d'ouvrages, c'est-à-dire in situ, d'autres observaient depuis des points aériens de contrôle. Nous considérons que les tunnels situés à moins de 5 Km à vol d'oiseau de ces points aériens bénéficient d'un contrôle (depuis...), les autres non. L'observation in situ est plus fiable que l'observation à distance (l'observateur à distance couvre un ensemble de boulevards et d'ouvrages beaucoup plus grand).*		
	existence d'un plan propre à l'ouvrage face à tout type de phénomènes --> 0 seulement un plan plus global comportant des mesures particulières pour un ouvrage face à tout type de phénomènes --> 1 seulement un plan de gestion de crise spécifique propre à l'ouvrage face à un phénomène clairement défini --> 2 seulement un plan plus global comportant des mesures particulières pour un ouvrage, face à un phénomène clairement défini --> 3 aucun plan --> 4			oui --> 0 non --> 4		oui --> 0 non --> 2		oui (in situ) --> 0 oui (depuis… + in situ) --> 0 oui (depuis..) --> 1 non --> 2		

clef	existence d'un plan de gestion des crises face à tout type de phénomènes	existence d'un plan de gestion des crises face à un phénomène particulier	Existence de plan (SYNTHESE)	équipe d'intervention spéciale		organisation de simulation		surveillance renforcée par des agents du CCO lors de la crise du *Pichincha* (octobre 1999)		TOTAL VULNERABILITE
1	aucun	plan plus global comportant des mesures particulières pour l'ouvrage	3	non	4	non	2	oui (in situ + depuis le Panecillo et depuis Toctiuco)	0	19
2	aucun	plan plus global comportant des mesures particulières pour l'ouvrage	3	non	4	non	2	oui (in situ + depuis le Panecillo et depuis Toctiuco)	0	19
3	aucun	plan plus global comportant des mesures particulières pour l'ouvrage	3	non	4	non	2	oui (depuis le Panecillo)	1	20

15 – Matrice de vulnérabilité des centres de transport enjeux

C - 1 - Vulnérabilités liées aux caractéristiques du bâtiment et à son lieu d'implantation

Considère tout ce qui atteste de l'état général du bâtiment, de sa fragilité, de sa propension aux incendies. Considère aussi les vulnérabilités liées au type de construction et au sous-sol, facteurs qui peuvent conditionner l'effondrement de la structure en cas de séisme.
Considère aussi d'autres formes de vulnérabilités liées à l'agencement des bâtiments, à leur fonctionnalité et à l'entreposage de substances dangereuses dans leurs enceintes.

	Caractéristiques structurales et lieu d'implantation				
CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE	**C - 1 - a** **endommagements et usures apparentes de la structure**	**C - 1 - b** **inflammabilité**	**C - 1 - c** **construction para-sismique**	**C - 1 - d** **remblais sous-jacents**	**C - 1 - e** **autres**
	nuls	très faible	entièrement	pas situé sur un remblai	
	assez importants	assez forte	partiellement	situé sur un remblai ancien assez fortement consolidé	
	très importants	très forte	pas du tout	situé sur un remblai récent faiblement consolidé	
Commentaires	*On se base sur une observation de terrain et sur analyse rapide. La gare routière construite à la fin des années 1970 présente des traces d'usures relativement marquées comparativement aux trois centres de transfert du trolley plus récents (construits après 1995). D'autre part, la gare routière a tendance à s'affaisser, compte tenu de sa masse et du remblai sous-jacent*	*la gare routière est construite en béton brut apparent. Les stations du trolley sont en brique avec des structures en acier et en verre. D'après Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financieroTerminal Cumandá), les structures sont peu inflammables.*	*information recueillie aurprès de Fabricio Yepez. La gare routière déjà ancienne est construite en béton armé selon des normes qui aujourd'hui ne sont pas satisfaisantes en matière de sismo-résistance.*	*Les bâtiments qui reposent sur des terrains remblayés sont plus exposés aux affaissements. J'ai regardé la localisation des bâtiments par rapport aux zones de remblais. Nota : les zones de remblai correspondent au colmatage anthropique de ravins et de cours d'eau. Ceci dit, la plupart des remblais sont déjà anciens et sont donc relativement bien consolidés.*	*Existe-t-il d'autres types de problèmes internes aux centres et à la gare? Ici, je reprends d'autres vulnérabilités intrinsèques qui sont ressorties au travers des entretiens auprès de Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financiero Terminal Cumandá). Au sujet de la gare routière, il s'agit de constatations personnelles et des remarques de collègues de travail (Jairo)*

	Valoration	nuls --> 0 assez importants --> 2 très importants --> 4		très faible --> 0 assez forte --> 2 très forte --> 4		entièrement --> 0 partiellement --> 2 pas du tout --> 4		pas situé sur un remblai --> 0 situé sur un remblai ancien assez fortement consolidé --> 2 situé sur un remblai récent faiblement consolidé --> 4		pas d'autre facteur de vulnérabilité intrinsèque --> 0 autre facteur faiblement pénalisant --> 1 autre facteur assez fortement pénalisant --> 2 autre facteur très fortement pénalisant --> 4		
clef	**nom**	**endommagements et usures apparentes de la structure**		**inflammabilité**		**construction para-sismique**		**remblais sous-jacents**		**autres**		**TOTAL VULNERABILITE**
1	Station Norte	nuls	0	très faible	0	entièrement	0	pas situé sur un remblai	0	-	0	0
2	Station El Recreo	nuls	0	très faible	0	entièrement	0	pas situé sur un remblai	0	stockage de produits dangereux (atelier de maintenance) et de combustibles (cuves propres de diesel)	2	2
3	Station Morán Valverde	nuls	0	très faible	0	entièrement	0	pas situé sur un remblai	0	-	0	0
4	Gare routière de Cumandá	assez importants	2	très faible	0	partiellement	2	situé sur un remblai ancien assez fortement consolidé	2	mauvaise signalisation, pas de panneau d'affichage avec les destinations des bus, cheminement difficile à l'intérieur du bâtiment	1	5

C - 2 - Dépendance

Considère le type d'énergie dont dépend le fonctionnement du bâtiment en général. Considère aussi la dépendance vis-à-vis du personnel attaché à son fonctionnement.

	Energie		Ressources humaines	
	C - 2 - a		C - 2 - b	
CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE	**électricité**		**personnel**	
	dépendance nulle		dépendance nulle	
	dépendance faible		dépendance faible	
	dépendance moyenne		dépendance moyenne	
	dépendance forte		dépendance forte	
commentaires	*On a regardé le fonctionnement général des différents centres. Je les ai tous fréquentés au moins une fois. Appréciation basée sur l'observation. Echanges avec Jairo aussi. En gros, s'il y a une coupure d'électricité à la gare routière, ça entraînera bien sûr de petites perturbations mais le fonctionnement même du bâtiment et la circulation des bus ne seront pas profondément remis en cause. En revanche, une coupure de courant dans les centres de transferts du trolley sera plus pénalisante car ces centres sont plus modernes, plus automatisés, plus informatisés (bureaux, climatisation, atelier de maintenance..). Certains sont également le siège des centrales de gestion des feux tricolores, des salles de télésurveillance..*		*Le personnel travaillant à la gare routière et dans les centres de transfert est fort variable. Il dépend de la taille du centre, du nombre de véhicules, du nombre de passagers, du nombre de fonctions regroupées dans chaque centre. Les renseignements ont fournis par la DMT et par l'EMT. On ne recense que les personnes directement employées pour le fonctionnement du transport (billetterie, contrôleurs, gardiens, policiers, techniciens, mécaniciens, personnels administratifs). On ne tient pas compte des employés des activités connexes (restauration, service d'envoi de paquets)*	
Valoration	dépendance nulle --> 0 dépendance faible --> 1 dépendance moyenne --> 2 dépendance forte --> 4		dépendance nulle --> 0 dépendance faible --> 1 dépendance moyenne --> 2 dépendance forte --> 4	

clef	nom	électricité		personnel		TOTAL VULNERABILITE
1	Station Norte	**dépendance forte** (bureaux informatisés, salle de contrôle des feux tricolores, salle de télésurveillance (caméra video), billetteries automatiques)	4	**dépendance moyenne** (environ 80 personnes)	2	6
2	Station El Recreo	**dépendance forte** (bureaux informatisés, salle de contrôle des feux tricolores, atelier de maintenance, billetteries automatiques)	4	**dépendance moyenne** (environ 80 personnes)	2	6
3	Station Morán Valverde	**dépendance moyenne** (bureaux informatisés, billetteries automatiques)	2	**dépendance faible** (environ 20 personnes)	1	3
4	Gare routière de Cumandá	**dépendance faible** (bâtiment globalement moins informatisé et moins automatisé que les précédents)	1	**dépendance forte** environ 300 personnes (EMT : 80, billetterie : 120, policiers : 25, transporteurs : 50, gardiens : 30)	4	5

C - 3 - Exposition aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions associés au stockage de produits inflammables, susceptibilité d'endommagement de l'infrastructure et susceptibilité de perturbation des services de transport en commun

On analyse ici tous les phénomènes d'origine naturelle et les dangers d'explosions liés au stockage de produits dangereux susceptibles d'affecter les bâtiments, leurs voies d'accès et de perturber le transport de manière inopinée.

A1 - Exposition des bâtiments et de leurs accès immédiats aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions de produits inflammables

CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE	Aléas d'origine naturelle											
	coulées boueuses		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**	
	0		0		0		0		2		0	
	1		1		1		1				1	
	2		2		2		2				2	
	3		3		3		3				3	
Commentaires	*J'ai regardé aléa par aléa, quelle est la situation de chaque infrastructure. J'ai donné la valeur 1 lorsque le bâtiment (tout ou partie) ou son accès immédiat est situé dans une zone de risque mineur, 3 lorsqu'il est situé dans une zone de risque majeur. Pour les cendres volcaniques (rajoutées aux autres aléas) étant donné qu'il est impossible de distinguer des zones à plus ou moins haut risque, j'ai donné la valeur 2. Puis j'ai fait la somme. Nota : A partir du moment où un centre de transport peut être affecté, c'est l'ensemble des services de transport qui est remis en cause (trolley et transport interprovincial)*											
Valoration	lorsque ni les bâtiments, ni les voies d'accès ne sont exposés --> 0 lorsqu'un bâtiment ou un accès est exposé à un risque mineur --> 1 lorsqu'un bâtiment et un accès sont exposés à un risque mineur --> 2 pour l'exposition aux cendres --> 2 lorsqu'un bâtiment et/ou un accès sont exposés à un risque majeur --> 3											

clef	nom	coulées boueuses		inondations		instabilité des terrains (glissement, éboulement, affaissement)		séismes (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		chute de cendres volcaniques		lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves	
1	Station Norte	non exposé	0	bâtiment et voies d'accès exposés aux inondations (risque majeur)	3	non exposé	0	bâtiment et voies d'accès exposés (risque majeur)	3	bâtiment et voies d'accès exposés comme l'ensemble de la ville	2	voies d'accès exposées (risque mineur)	1
2	Station El Recreo	accès nord exposé aux coulées boueuses (risque mineur)	1	bâtiment et voies d'accès exposés aux inondations (risque mineur)	2	non exposé	0	bâtiment et voies d'accès exposés (risque majeur)	3	bâtiment et voies d'accès exposés comme l'ensemble de la ville	2	non exposé	0
3	Station Morán Valverde	non exposé	0	accès nord exposé aux inondations (risque mineur)	1	bâtiment exposé (risque mineur)	1	bâtiment et voies d'accès exposés (risque majeur)	3	bâtiment et voies d'accès exposés comme l'ensemble de la ville	2	non exposé	0
4	Gare routière de Cumandá	accès ouest exposé aux coulées boueuses (risque majeur)	3	bâtiment et voies d'accès exposés aux inondations (risque mineur)	2	bâtiment et voies d'accès exposés à l'instabilité des terrains (risque majeur)	3	bâtiment et voies d'accès exposés (risque majeur)	3	bâtiment et voies d'accès exposés comme l'ensemble de la ville	2	bâtiment et voies d'accès exposés (risque majeur)	3

A2 - Exposition des bâtiments et de leurs accès immédiats aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions de produits inflammables

		Aléa anthropique
CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE		**explosions de produits dangereux**
		0
		1
		3
	Commentaires	*J'ai regardé par rapport aux zones à risques liés au stockage de produits dangereux inflammables et explosifs, quelle est la situation de chaque infrastructure. J'ai donné la valeur 1 lorsque le bâtiment (tout ou partie) est situé dans une zone de risque mineur, 3 lorsqu'il est situé dans une zone de risque majeur. Nota : A partir du moment où un centre de transport peut être affecté, c'est l'ensemble des services de transport qui est remis en cause (trolley et transport interprovincial)*
	Valoration	lorsque le bâtiment n'est pas exposé --> 0 lorsque le bâtiment est exposé à un risque mineur --> 1 lorsque le bâtiment est exposé à un risque majeur --> 3

clef	**nom**	**explosions de produits dangereux**	**Total exposition**
1	Station Norte	1	10
2	Station El Recreo	0	8
3	Station Morán Valverde	1	8
4	Gare routière de Cumandá	0	16

B - Susceptibilité d'endommagement des bâtiments et de leurs voies d'accès

		Aléas d'origine naturelle												Aléa anthropique
CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE		**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**
		nulle		nulle		nulle		nulle		nulle		nulle		
		légère		légère		légère		légère		légère		légère		forte
		forte		forte		forte		forte		forte		forte		
	commentaires	*Une inondation peut rendre un bâtiment partiellement inopérant sans pour autant l'endommager. C'est pour cela que nous différencions "susceptibilité d'endommagement" et "susceptibilité de perturbation du trafic". On suppute donc a priori la susceptibilité d'endommagement des bâtiments et de leurs voies d'accès en cas de manifestations de chaque aléa (susceptibilité qui semble la plus plausible compte tenu des caractéristiques des aléas à Quito). Par exemple, les cendres n'endommagent nullement les bâtiments ou leurs voies d'accès (sauf si l'épaisseur de téphras atteint par exemple plus de 50 cm auquel cas, le surpoids peut entraîner l'effondrement de la structure, mais à Quito on n'est, semble-t-il, pas dans cette situation). Tout au plus, les cendres peuvent-elles affecter le système d'aération (mais cela restera sans grande répercussion). On individualise trois classes "susceptibilité nulle", "susceptibilité légère" et "forte susceptibilité" (On reprend les mêmes susceptibilités que celles retenues pour les axes).* *En ce qui concerne la vulnérabilité sismique, nous reprenons l'appréciation formulée par le Dr. Fabricio Yepez*											*Face à une explosion, il est fort probable qu'il y ait endommagements des infrastructures. Dans tous les cas de figure, il y a une forte susceptibilité.*
clef	**nom**	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**
1	Station Norte	légère		nulle		forte		légère		nulle		forte		forte
2	Station El Recreo	légère		nulle		forte		légère		nulle		forte		forte
3	Station Morán Valverde	légère		nulle		forte		légère		nulle		forte		forte
4	Gare routière de Cumandá	légère		nulle		forte		forte		nulle		forte		forte

C - Susceptibilité de perturbation des services de transport

	Aléas d'origine naturelle												Aléa anthropique
CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**
commentaires	*on suppute a priori la susceptibilité de perturbation du transport en commun (trolley et transport interprovincial) en cas de manifestations de chaque aléa (susceptibilité qui semble la plus plausible). On se base sur les perturbations passées (pour le trolley notamment, ce dernier est plus sensible à la chute de téphras et aux inondations que les autres services de transport). Nota : chaque aléa est susceptible de perturber au moins légèrement le trafic. On individualise deux classes "susceptibilité légère" et "forte susceptibilité". Les stations du trolley et le fonctionnement du trolley sont fortement susceptibles aux perturbations quelque soit l'aléa à cause de la fragilité des véhicules. Pour le transport en commun interprovincial, on considère qu'il y a une légère susceptibilité lorsque le service de transport est ralenti (circulation des unités possible mais pouvant être périlleuse, impliquant une grande prudence chez les conducteurs).* *Ceci est le cas des inondations compte tenu de leurs caractéristiques à Quito (quelques décimètres d'eau tout au plus). On considère qu'il y a une forte susceptibilité lorsque la circulation est complètement bloquée (passage impossible). Ceci est le cas par exemple en cas de coulées boueuses, de glissements de terrain, de séisme..*												*Face à une explosion, compte tenu des dégâts occasionnés à l'infrastructure et compte tenu des émanations de gaz toxiques et du rayonnement de chaleur, il est fort probable qu'il y ait des perturbations des services de transport. Dans tous les cas de figure, quel que soit le centre, il y a une forte susceptibilité.*

clef	**nom**	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**
1	Station Norte	forte		forte		forte		forte		forte		forte		forte
2	Station El Recreo	forte		forte		forte		forte		forte		forte		forte
3	Station Morán Valverde	forte		forte		forte		forte		forte		forte		forte
4	Gare routière de Cumandá	forte		légère		forte		forte		légère		forte		forte

D - Bilan : Exposition aux aléas, susceptibilités d'endommagement et de perturbation

		Aléas d'origine naturelle												Aléa anthropique	
CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE		**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**Lahars**		**explosions de produits dangereux**	
	Méthode	e = exposition													
		s_1 = susceptibilité d'endommagement du bâtiment et de leurs voies d'accès													
		s_2 = susceptibilité de perturbation des transports en commun													
		Bes = bilan de l'exposition et des susceptibilités d'endommagement et de perturbation													
		si e = 0 ; alors Bes = 0													
		si e = 1, et si s_1 ou s_2 = forte ; alors Bes = 2 ; sinon Bes = 1													
		si e = 2, et si s_1 ou s_2 = forte ; alors Bes = 3 ; sinon Bes = 2													
		si e = 3 et si s_1 ou s_2 = forte ; alors Bes = 4 ; sinon Bes = 3													

clef	**nom**	**coulées boueuses**		**inondations**		**instabilité des terrains** (glissement, éboulement, affaissement)		**séismes** (amplification des ondes vibratoires et liquéfaction)		**chute de cendres volcaniques**		**lahars, coulées pyroclastiques, gaz, laves**		**explosions de produits dangereux**		**Total exposition et susceptibilité**
1	Station Norte	0_légère_forte	0	3_nulle_forte	4	0_forte_forte	0	3_légère_forte	4	2_nulle_forte	3	1_forte_forte	2	1_forte_forte	2	13
2	Station El Recreo	1_légère_forte	2	2_nulle_forte	3	0_forte_forte	0	3_légère_forte	4	2_nulle_forte	3	0_forte_forte	0	0_forte_forte	0	12
3	Station Morán Valverde	0_légère_forte	2	1_nulle_forte	2	1_forte_forte	2	3_légère_forte	4	2_nulle_forte	3	0_forte_forte	0	1_forte_forte	2	15
4	Gare routière de Cumandá	3_légère_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	3_forte_forte	4	2_nulle_légère	2	3_forte_forte	4	0_forte_forte	0	16

C - 4 - Capacité de contrôle de l'enjeu

Considère le personnel, les équipements qui permettent de contrôler et d'organiser les services de transport en période normale. Comprend aussi la facilité d'accès aux centres, paramètre crucial lorsqu'il s'agit d'intervenir lors d'une d'urgence.

	Présence humaine	Equipements		Facilité d'accès
	C - 4 - a	C - 4 - b	C - 4 - c	C - 4 - d
CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE	**degré de présence de personnel sur place**	**contrôle par caméra**	**haut-parleurs**	**accessibilité**
	forte	oui	oui	situation centrale
	assez forte	oui (mais en certains endroits seulement)	non	situation relativement centrale
	faible	non		situation relativement excentrée
	nulle			situation très excentrée
Commentaires	*Plus il y a d'agents sur place, mieux se sera en cas de crise. En fait c'est un peu la même question que pour la catégorie "dépendance" mais vu sous un autre angle. On reprend les données de la rubrique "C - 2 - b" de la catégorie "dépendance". On estime que la présence est faible, lorsque travaillent au plus 20 personnes dans le centre, que la présence est assez forte lorsque ce nombre est compris entre 80 et 100, et que la présence est forte lorsque ce nombre est supérieur à 100. On pourrait aussi envisager une présence nulle, associé à la plus forte vulnérabilité, mais ce cas ne se présente pas à Quito.*	*Renseignements fournis par la DMT et par l'EMT. En période normale, la vidéo surveillance sert avant tout à prévenir la délinquence et les vols et ne sert pas directement au fonctionnement du transport. Ceci dit, le dispositif de caméras pourrait servir en cas de crise pour observer la situation depuis les bureaux et pour adopter des mesures de réaction (canalisation de la foule, apaisement..). Toujours est-il même sans ce dispositif, de pareils mesures pourraient être prise, mais peut-être de manière moins organisée. La situation la pire (absence de caméra) est donc associée à la valoration 2 (et non pas 4).*	*Le dispositif de haut-parleurs permet en temps normal d'informer les usagers à propos des départs et arrivées des unités de transport. Ce dispositif peut servir pour guider les usagers en cas de crise. Le contrôle de l'enjeu passe donc aussi par l'information auprès des passagers pour éviter la panique (compte tenu des fortes affluences de personnes en ces lieux). Information recueillie par Iván auprès des techniciens de la DMT (Arq. Vinicio Marroquín, Arq. Julio Arteaga, Arq. Gerardo Viteri).*	*Tous les centres sont assez facilement accessibles par la route (ceci est dû à leur rôle, ce sont des nœuds dans le réseau de transport). Donc difficile de les différencier de ce point de vue-là. En revanche, on a considéré l'éloignement par rapport au centre de gravité car il permet de montrer des disparités. Cette facilité d'accès conditionne la rapidité d'intervention des équipes de secours.*
Valoration	forte --> 0 assez forte --> 1 faible --> 2 nulle --> 4	oui --> 0 oui (mais en certains endroits seulement) --> 1 non --> 2	oui --> 0 non --> 2	situation centrale --> 0 situation relativement centrale --> 1 situation relativement excentrée --> 2 situation très excentrée --> 4

clef	nom	degré de présence de personnel sur place		contrôle par caméra		haut-parleurs		accessibilité		TOTAL VULNERABILITE
1	Station Norte	assez forte	1	non	2	oui	0	situation relativement centrale	1	4
2	Station El Recreo	assez forte	1	oui (mais seulement dans les ateliers de maintenance)	1	oui	0	situation relativement centrale	1	3
3	Station Morán Valverde	faible	2	non	2	oui	0	situation relativement excentrée	2	6
4	Gare routière de Cumandá	forte	0	oui (Plan "Ojos de Aguila")	0	oui	0	situation centrale	0	0

C - 5 - Alternatives de fonctionnement

Quelles sont les alternatives pour le transport de passagers lorsqu'un maillon (centre et gare) manque ou devient inopérant dans le réseau ou lorsque certains de ses équipements deviennent défaillants ?

	Alternative de fonctionnement du TC			
	C - 5 - a		**C - 5 - b**	
CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE	**transferabilité ?**		**alternative énergétique**	
	très facilement surmontable		oui	
	assez facilement surmontable		non	
	assez problématique mais surmontable			
	très problématique et difficilement surmontable			
commentaires	*Il s'agit d'une réflexion. La question a a été posée à Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et à Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financiero Terminal Cumandá). La gare routière n'est pas complètement indispensable au fonctionnement du transport interprovincial. Ce service est adaptatif. La gare routière existe uniquement pour contrôler et structurer ces flux. Il est envisageable de ne plus avoir recours à cette infrastructure en cas de force majeur (cela avait d'ailleurs été pensé dans le plan de gestion de crise du Pichincha). En revanche, les centres de transfert sont nécessaires au fonctionnement du trolley. Si un centre est rayé de la carte, le trolley pourra difficilement déposer les usagers (quai nécessaire) et les bus de rabattement auront des problèmes à récupérer ces passagers.* *D'après les personnes enquêtées, cela ne semble pas totalement insurmontable de transférer ces centres, mais ce cas de figure ne s'est jamais produit et poserait particulièrement un problème au Recreo ou l'espace libre à proximité fait défaut. Il semble que le service de transport pourrait être tant bien que mal assuré en utilisant des arrêts provisoires (la UOST possède plusieurs arrêts métalliques démontables, mais qui ne remplaceraient de toute façon pas un centre dans son ensemble). D'autre part, certaines fonctions et équipements installés dans ces centres, influençant directement ou indirectement la circulation urbaine et le transport en commun de personnes, sont quant à eux impossibles à déplacer (centrale de gestion des feux tricolores..)*		*Certains centres de transfert ont-ils leur propre groupe halogène pour palier aux coupures électriques? Renseignements fournis par la DMT et par l'EMT.*	
Valoration	très facilement surmontable --> 0 assez facilement surmontable --> 1 assez problématique mais surmontable --> 2 très problématique et difficilement surmontable --> 3 impossible --> 4		oui --> 0 non --> 4	

clef	nom	transferabilité ?		alternative énergétique		TOTAL VULNERABILITE
1	Station Norte	**très problématique et difficilement surmontable** (Si cette station est rayée de la carte, le trolley pourra difficilement déposer les usagers (quai nécessaire) et les bus de rabattement intégrés auront des problèmes à récupérer ces passagers. Cette opération n'est cependant pas impossible, car il existe des espaces vides à proximité où pourraient être réorganisé tant bien que mal les correspondances. Ceci requiert néanmoins une organisation circonstanciée. D'autre part, cette station regroupe certaines fonctions comme une centrale de gestion des feux tricolores et la salle de télésurveillance par caméras vidéo qui ne sont pas transférables)	3	**oui** (générateur électrique interne)	0	3
2	Station El Recreo	**très problématique et difficilement surmontable** (Si cette station est rayée de la carte, le trolley pourra difficilement déposer les usagers (quai nécessaire) et les bus de rabattement intégrés auront des problèmes à récupérer ces passagers. Cette opération est localement impossible, car il n'existe pas d'espaces vides à proximité où pourraient être réorganisé les correspondances. D'autre part, cette station regroupe certaines fonctions comme une centrale de gestion des feux tricolores, les réservoirs de combustibles et les ateliers de maintenance qui ne sont pas transférables)	3	**oui** (générateur électrique interne)	0	3
3	Station Morán Valverde	**assez problématique mais surmontable** (Si cette station est rayée de la carte, le trolley pourra difficilement déposer les usagers (quai nécessaire) et les bus de rabattement intégrés auront des problèmes à récupérer ces passagers. Cette opération n'est cependant pas impossible, car il existe des espaces vides à proximité où pourraient être réorganisé tant bien que mal les correspondances. Ceci requiert néanmoins une organisation circonstanciée)	2	**oui** (générateur électrique interne)	0	2
4	Gare routière de Cumandá	**assez facilement surmontable** (dans la pratique, il existe en temps normal des arrêts tolérés au sud à l'échangeur de la Plywood et au Nord dans le quartier de la Ofelia. Ceux-ci pourraient remplacer temporairement la gare routière si celle-ci était endommagée ou détruite ou si son accès était rendu impossible. Ces alternatives ont d'ailleurs été intégrées dans le plan de gestion de crise face à l'éruption du *Pichincha* en 1999). Le transport interprovincial ne nécessite pas de quais d'embarquement des passagers.	1	**oui** (générateur électrique interne)	0	1

C – 6A - Préparation aux situations de crise et capacité d'intervention

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale des gestionnaires en charge de la gestion des centres ou en charge d'intervenir en cas de problème à l'intérieur.

Considère aussi les possibilités de télécommunication avec l'extérieur. D'une manière générale, c'est avant tout le service de transport dans sa globalité que l'on veut maintenir ou protéger. Cela veut dire que la préparation ne concerne pas uniquement les bâtiments.

		Capacité d'intervention en temps normal pouvant servir en période de crise			
	CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE	**C - 6 - a**		**C - 6 - b**	
		capacité propre d'éteindre le feux		**zone d'intervention rapide des pompiers**	
		excellente		à l'intérieur	
		bonne		à l'extérieur	
		assez bonne			
		faible			
		inexistante			
	Commentaires	*info récupérée auprès de Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et de Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financiero Terminal Cumandá). Pour l'ensemble du système du trolley, il existe une brigade de pompiers qui assure les premiers soins, l'évacuation et les secours en cas de problème. Cette brigade n'existe pas pour la gare routière.*		*Le fait que les pompiers soient présents ou plus rapidement présents en certains lieux plutôt qu'en d'autres est un plus pour ces lieux. De plus, ce type de situation n'est pas le fruit du hasard. Le fait qu'il y ait des pompiers en certains lieux est bien quelque chose de pensé pour essayer de couvrir des infrastructures qui valent plus la peine que d'autres. Les pompiers interviennent surtout en cas d'incendie et d'inondation. J'ai regardé pour chaque centre si oui ou non, ils sont intégrés dans la zone d'intervention rapide des pompiers (moins de 10 min - cf mapa : zon_interv_10_min_final).*	
	Valoration	excellente --> 0 bonne --> 1 assez bonne --> 2 faible --> 3 inexistante --> 4		à l'intérieur --> 0 à l'extérieur --> 4	
clef	**nom**	**capacité propre d'éteindre le feux**		**zone d'intervention rapide des pompiers**	
1	Station Norte	**bonne** (présence d'extincteurs + bornes incendie + brigade d'intervention spéciale)	1	**à l'intérieur**	0
2	Station El Recreo	**bonne** (présence d'extincteurs + bornes incendie + brigade d'intervention spéciale)	1	**à l'intérieur**	0
3	Station Morán Valverde	**bonne** (présence d'extincteurs + bornes incendie + brigade d'intervention spéciale)	1	**à l'intérieur**	0
4	Gare routière de Cumandá	**assez bonne** (présence d'extincteurs + bornes incendie à chaque étage)	2	**à l'intérieur**	0

C – 6B - Préparation aux situations de crise et capacité d'intervention

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale des gestionnaires en charge de la gestion des centres ou en charge d'intervenir en cas de problème à l'intérieur.

Considère aussi les possibilités de télécommunication avec l'extérieur. D'une manière générale, c'est avant tout le service de transport dans sa globalité que l'on veut maintenir ou protéger. Cela veut dire que la préparation ne concerne pas uniquement les bâtiments.

	Préparation générale				
	Existence de plan				
	C - 6 - c	**C - 6 - d**		**C - 6 - e**	
CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE	**existence d'un plan de gestion général des crises face à tout type de phénomènes**	**existence d'un plan de gestion spécifique des crises face à un phénomène particulier**	**Existence de plan (SYNTHESE)**	**préparation du personnel**	
	oui	au moins 2		excellente	
	non	au moins 1		bonne	
		aucun		assez bonne	
				faible	
				inexistante	
Commentaires	*info récupérée auprès de Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et de Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financieroTerminal Cumandá).*	*Il existe à notre connaissance deux plans. Un pour pour affronter la crise du Pichincha de 1999 qui avait été préparé par la UPGT et qui indiquait les mesures à suivre par chaque service, entreprise, administration municipale, dont la gare routière (EMT) et la UOST (trolley et stations). Ce plan est extrêmement sommaire et était axé surtout sur le maintien du service, donc pas vraiment ciblé sur les mesures à suivre au sein des stations. Dans ce premier plan, il avait été prévu de ne plus utiliser la gare routière lors de l'alerte rouge. Il avait été prévu en remplacement deux "gares" à l'air libre temporaires à la Ofelia et au niveau de l'échangeur de la Plywood. Pour les centres de transfert du trolley, ceci n'a jamais été envisagé. Cette question a déjà été abordée dans la catégorie "alternative" mais sous un autre angle (ce qui est possible, alternatives effectives de fonctionnement). Ici, on regarde ce qui a été pensé (plan pour transférer les centres).* *Le deuxième plan a été pensé pour faire face aux incendies qui aborde tout le système du trolley. Ce plan a été élaborée par la Coordination Municipale de Sécurité et d'Hygiène industrielle. Je n'ai jamais eu entre les mains le plan pour le trolley, je ne sais pas ce qu'il contient. info récupérée par Iván auprès de Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et de Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financiero Terminal Cumandá).*		*info récupérée auprès de Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et de Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financieroTerminal Cumandá).*	
Valoration	existence de plans de gestion de crise général et spécifique --> 0 seulement un plan de gestion de crise général face à tout type de phénomènes --> 1 au moins deux plans de gestion de crise spécifique face à des phénomènes clairement définis --> 2 seulement un plan de gestion de crise spécifique face à un phénomène clairement défini --> 3 aucun plan (ni général, ni spécifique) --> 4			excellente --> 0 bonne --> 1 assez bonne --> 2 partielle --> 3 inexistante --> 4	

clef	nom	existence d'un plan de gestion général des crises face à tout type de phénomènes	existence d'un plan de gestion spécifique des crises face à un phénomène particulier	Existence de plan (SYNTHESE)	préparation du personnel	
1	**Station Norte**	**non**	**au moins 2** (il existe un plan pour faire face aux incendies qui aborde tout le système du trolley dont les centres. Ce plan a été élaborée par la Coordination Municipale de Sécurité et d'Hygiène industrielle. Il existe un autre plan pour affronter les crises volcaniques "plan de contingencia frente a una erupción del *Pichincha*")	2	**partielle** (il existe un organigramme des responsabilités mais aucune réunion entre la direction et le personnel n'est régulièrement organisée)	3
2	**Station El Recreo**	**non**	**au moins 2** (il existe un plan pour faire face aux incendies qui aborde tout le système du trolley dont les centres. Ce plan a été élaborée par la Coordination Municipale de Sécurité et d'Hygiène industrielle. Il existe un autre plan pour affronter les crises volcaniques "plan de contingencia frente a una erupción del *Pichincha*")	2	**partielle** (il existe un organigramme des responsabilités mais aucune réunion entre la direction et le personnel n'est régulièrement organisée)	3
3	**Station Morán Valverde**	**non**	**au moins 2** (il existe un plan pour faire face aux incendies qui aborde tout le système du trolley dont les centres. Ce plan a été élaborée par la Coordination Municipale de Sécurité et d'Hygiène industrielle. Il existe un autre plan pour affronter les crises volcaniques "plan de contingencia frente a una erupción del *Pichincha*")	2	**partielle** (il existe un organigramme des responsabilités mais aucune réunion entre la direction et le personnel n'est régulièrement organisée)	3
4	**Gare routière de Cumandá**	**non**	**au moins 1** (Il existe un plan pour affronter les crises volcaniques "plan de contingencia frente a una erupción del *Pichincha*")	3	**inexistante**	4

C – 6C - Préparation aux situations de crise et capacité d'intervention

Considère les capacités d'intervention en temps normal pouvant servir en période troublée, la préparation générale des gestionnaires en charge de la gestion des centres ou en charge d'intervenir en cas de problème à l'intérieur.

Considère aussi les possibilités de télécommunication avec l'extérieur. D'une manière générale, c'est avant tout le service de transport dans sa globalité que l'on veut maintenir ou protéger. Cela veut dire que la préparation ne concerne pas uniquement les bâtiments.

			Préparation générale			
				Communication avec l'extérieur		
			C - 6 - f	**C - 6 - g**	**C - 6 - h**	
		CENTRES DE TRANSFERT DU TROLLEY ET GARE ROUTIERE	**organisation de simulations**	**la direction est-elle reliée à l'extérieur par un autre moyen de communication que le téléphone ?**	**la direction sait-elle à qui s'adresser en cas de gros problème?**	**Communication (SYNTHESE)**
			simulations régulières face à tout type de phénomènes	oui	sans aucune hésitation	
			simulations régulières pour répondre à un phénomène spécifique	non	en principe, oui	
			simulations exceptionnelles face à un phénomène spécifique		non	
			simulation seulement dans le cadre des accidents du travail			
			aucune			
		Commentaires	*Des simulations sont-elles organisées épisodiquement pour gérer des situations de crise (par exemple pour se préparer face aux incendies)? info récupérée auprès de Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et de Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financieroTerminal Cumandá).*	*info récupérée auprès de Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et de Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financieroTerminal Cumandá).*	*info récupérée auprès de Fabián Veintimilla (coordinador del departamento de seguridad e higiene idustrial) et de Carlos Nielsen (Subgerente administrativo financiero Terminal Cumandá). Il existe un organigramme des responsabilités, mais d'après Iván, les personnes enquêtées ont répondu par l'affirmative pour ne pas paraître ridicules. J'indique donc "en principe, oui"*	
		Valoration	simulations régulières face à tout type de phénomènes --> 0 simulations régulières pour répondre à un phénomène spécifique --> 1 simulations exceptionnelles face à un phénomène spécifique --> 2 simulation des accidents du travail (face à l'emploi de produits dangereux) mais pas face à une crise --> 3 aucune simulation --> 4	La communication avec l'extérieur est possible par téléphone et par radio et est très bien planifiée --> 0 La communication avec l'extérieur est possible par téléphone et par radio et est assez bien planifiée --> 1 La communication avec l'extérieur ne peut se faire que par téléphone et est bien ou assez bien planifiée --> 2 La communication avec l'extérieur ne peut se faire que par téléphone et est assez bien ou mal planifiée --> 3 La communication avec l'extérieur ne peut se faire que par téléphone et n'est pas du tout planifiée --> 4		

clef	nom	organisation de simulations		la direction est-elle reliée à l'extérieur par un autre moyen de communication que le téléphone ?	la direction sait-elle à qui s'adresser en cas de gros problème?	Communication (SYNTHESE)	TOTAL VULNERABILITE
1	**Station Norte**	**aucune**	4	**oui** (communication radio avec la Police et la EMSAT)	**en principe, oui**	1	11
2	**Station El Recreo**	**simulation des accidents du travail mais pas face à une crise** (préparation du personnel dans les ateliers de maintenance face à l'utilisation de produits dangereux)	3	**oui** (communication radio avec la Police et la EMSAT)	**en principe, oui**	1	10
3	**Station Morán Valverde**	**aucune**	4	**oui** (communication radio avec la Police et la EMSAT)	**en principe, oui**	1	11
4	**Gare routière de Cumandá**	**aucune**	4	**oui** (communication radio avec la Police et l' EMT)	**en principe, oui**	1	14

16 - Echelle de Mercalli

Intensité de l'échelle de Mercalli	Effets ressentis
I	Aucun mouvement n'est perçu.
II	Quelques personnes peuvent sentir un mouvement si elles sont au repos et/ou dans les étages élevés de grands immeubles.
III	A l'intérieur de bâtisses, beaucoup de gens sentent un léger mouvement. Les objets suspendus bougent. En revanche, à l'extérieur, rien est ressenti.
IV	A l'intérieur, la plupart des gens ressentent un mouvement. Les objets suspendus bougent, mais aussi les fenêtres, plats, assiettes, loquets de porte.
V	La plupart des gens ressentent le mouvement. Les personnes sommeillant sont réveillées. Les portes claquent, la vaisselle se casse, les tableaux bougent, les petits objets se déplacent, les arbres oscillent, les liquides peuvent déborder de récipients ouverts.
VI	Tout le monde sent le tremblement de terre. Les gens ont la marche troublée, les objets, tableaux, tombent, le plâtre des murs peut se fendre, les arbres et les buissons sont secoués. Des dommages légers peuvent se produire dans des bâtiments mal construits, mais aucun dommage structural.
VII	Les gens ont du mal à tenir debout. Les conducteurs sentent leur voiture secouée. Quelques meubles peuvent se briser. Des briques peuvent tomber des immeubles. Les dommages sont modérés dans les bâtiments bien construits, mais peuvent être considérable dans les autres.
VIII	Les chauffeurs ont du mal à conduire. Les maisons avec de faibles fondations bougent. De grandes structures telles que des cheminées ou des immeubles, peuvent se tordent et se briser. Les bâtiments bien construits subissent de légers dommages, contrairement aux autres qui en subissent de sévères. Les branches des arbres se cassent. Les collines peuvent se fissurer si la terre est humide. Le niveau de l'eau dans les puits peut changer.
IX	Tous les immeubles subissent de gros dommages. Les maisons sans fondations se déplacent. Quelques conduits souterrains se brisent. La terre se fissure.
X	La plupart des bâtiments et leurs fondations sont détruits. Il en est de même pour quelques ponts. Des barrages sont sérieusement endommagés. Des éboulements se produisent. L'eau est détournée de son lit. De larges fissurent apparaissent sur le sol. Les rails de chemin de fer se courbent.
XI	La plupart des constructions s'effondrent. Des pont sont détruits. Les conduits souterrains sont détruits.
XII	Presque tout est détruit. Le sol bouge en ondulant. De grands pans de roches peuvent se déplacer.

L'échelle de Mercalli est subjective. Elle est fondée sur l'étendue des dégâts observés.
Elle comporte douze degrés. Ces intensités sont exprimées en chiffres romains de I à XII.

Partant de l'observation des destructions, il est possible de tracer une carte isoséiste,
sur laquelle les zones ayant subi le même degré de destruction sont matérialisées par des lignes :
les courbes isoséistes. Plus ces courbes sont serrées, et plus le foyer est proche de la surface.

Source : http://www.la-terre.net/article.php3?id_article=6

TABLE DES CARTES

Carte 1: Découpage provincial et étagement altitudinal de l'Equateur 21
Carte 2 : Découpage paroissial et étagement altitudinal dans le District Métropolitain de Quito 22
Carte 3 : Agglomération de Quito (repères toponymiques et relief) 23
Carte 4 : Principales villes de destination depuis Quito en bus sans changement au départ de Quito par province. 44
Carte 5 : Connexions interprovinciales en bus depuis Quito 45
Carte 6 : Réseau routier principal de l'Equateur 47
Carte 7 : Réseau routier principal de la province de *Pichincha* et du District Métropolitain de Quito 48
Carte 8 : Principaux déplacements de personnes entre le District Métropolitain de Quito et sa périphérie proche 50
Carte 9 : Principales fonctions urbaines et zones d'emplois dans les paroisses suburbaines du DMQ 54
Carte 10 : Densité de population et occupation des sols dans les paroisses suburbaines de l'agglomération de Quito en 2001 55
Carte 11 : Une forte concentration de la population et des emplois au profit de la ville de Quito stricto sensu ... 60
Carte 12 : Une concentration des fonctions urbaines et des services au profit de la ville de Quito stricto sensu.. 61
Carte 13 : Volumes et motifs des déplacements de personnes réalisés quotidiennement en transport en commun interparoissial entre la ville de Quito et les espaces périphériques métropolitains 64
Carte 14 : Représentation des deux principales destinations des mouvements pendulaires par zone de provenance 66
Carte 15 : Une forte concentration des fonctions urbaines dans l'espace central de Quito 68
Carte 16 : Déplacements de personnes réalisés quotidiennement en bus urbains et interparoissiaux en direction de l'espace central de la ville de Quito 69
Carte 17 : Affluences, sorties et motifs des déplacements de personnes effectués en bus urbains et interparoissiaux dans la ville de Quito 71
Carte 18 : Répartition territoriale des compétences institutionnelles en matière de voirie dans le District Métropolitain de Quito - juillet 2003 77
Carte 19 : Extension du réseau routier de la ville de Quito de 1760 à 2001 82
Carte 20 : Agencement, typologie et fréquentation du réseau routier de l'agglomération de Quito - 2001 85
Carte 21 : Nomenclature des rues principales de Quito et principaux points de repère 89
Carte 22 : Localisation des trois tunnels (*San Juan, San Roque* et *San Diego*) 92
Carte 23 : Infrastructures routières et équipements pour le transport - Agglomération de Quito – 2001 95
Carte 24 : Densité de lignes de bus urbaines, interparoissiales et intercantonales Agglomération de Quito – 2001 105
Carte 25 : Evolution du réseau urbain de transport en commun officiel par bus dans la ville de Quito (1975 - 2002) 107

Carte 26 : Configuration des réseaux de transports en commun intégrés et fréquentation de l'axe du trolleybus 112
Carte 27 : Taux de motorisation en Equateur, dans la province de *Pichincha* et dans l'agglomération de Quito en 2001 123
Carte 28 : Synthèse cartographique de la hiérarchisation des axes suburbains (accès au district et axes centre-périphérie) 146
Carte 29 : Détail de la méthode d'identification des axes urbains les plus importants en fonction des variables considérées 151
Carte 30 : Hiérarchisation des axes de communication au niveau de la ville 154
Carte 31 : Accès à l'espace central et artères d'innervation principales 158
Carte 32 : Cadre A : Hiérarchisation des axes métropolitains (synthèse) – Cadre B : Axes enjeux et axes enjeux majeurs 162
Carte 33 : Typologie fonctionnelle des axes enjeux majeurs (restriction) – DMQ 163
Carte 34 : Segmentation des axes enjeux majeurs à partir de leur fonctionnalité et de leur position dans le réseau routier - DMQ 164
Carte 35 : Localisation des ponts routiers retenus parmi les enjeux majeurs – DMQ 169
Carte 36 : Localisation des nœuds enjeux majeurs des réseaux de transport 173
Carte 37 : Synthèse des enjeux majeurs de la mobilité – DMQ 176
Carte 38 : Carte des pentes des axes enjeux majeurs par tronçon 203
Carte 39 : Zones d'intervention des sapeurs-pompiers municipaux – Ville de Quito – 2000 205
Carte 40 : Exposition de l'Equateur continental aux aléas d'origine naturelle 207
Carte 41 : Aléa volcanique dans la sierra et le sub-andin équatoriens 208
Carte 42 : Tremblement de terre ayant entraîné des intensités supérieures à VIII sur l'échelle MSK en Equateur (1541-1998) 209
Carte 43 : Courbes isoséistes représentant la distribution des intensités lors du tremblement de terre du 5 mars 1987 en Equateur 212
Carte 44 : Exposition des enjeux majeurs du transport aux coulées boueuses 227
Carte 45 : Exposition des enjeux majeurs du transport à l'instabilité des terrains 227
Carte 46 : Exposition des enjeux majeurs du transport aux inondations 228
Carte 47 : Exposition des enjeux majeurs du transport à la liquéfaction des terrains et à l'amplification des ondes en cas de séisme 228
Carte 48 : Exposition des enjeux majeurs du transport aux aléas volcaniques (lahars, coulées pyroclastiques). 229
Carte 49 : Exposition aux dangers associés aux produits inflammables (entreposage et transport) 229
Carte 50 : Degrés synthétiques des trois premières formes de vulnérabilité des axes routiers enjeux majeurs... 242
Carte 51 : Degrés synthétiques des trois formes de compensation de la vulnérabilité des axes routiers enjeux majeurs 243
Carte 52 : Degrés synthétiques des trois premières formes de vulnérabilité des ponts enjeux majeurs 245
Carte 53 : Degrés synthétiques des trois formes de compensation de la vulnérabilité des ponts enjeux majeurs 246
Carte 54 : Degrés synthétiques des trois premières formes de vulnérabilité des tunnels et des centres de transport enjeux majeurs 248

Carte 55 : Degrés synthétiques des trois formes de compensation de la vulnérabilité des tunnels et centres de transport enjeux majeurs 249
Carte 56 : Synthèse : vulnérabilité cumulée des enjeux majeurs de la mobilité 257
Carte 57 : Principales barrières physiques – Agglomération de Quito 268
Carte 58 : Réseau routier, points d'entrées et découpage du district en 14 macrozones 273
Carte 59 : Réseau routier et découpage du district en 44 microzones 274
Carte 60 : Accessibilité des microzones en période habituelle 279
Carte 61 : Remise en cause de l'accessibilité des zones en cas de défaillance des enjeux majeurs les plus vulnérables du réseau routier 284
Carte 62 : Réduction d'accessibilité compte tenu de la fermeture d'un axe enjeu majeur parmi les plus vulnérables (série A) 287
Carte 63 : Réduction d'accessibilité compte tenu de la fermeture d'un axe enjeu majeur parmi les plus vulnérables (série B) 288
Carte 64 : Réduction d'accessibilité compte tenu de la fermeture d'un axe enjeu majeur parmi les plus vulnérables (série C) 289
Carte 65 : Réduction de l'accessibilité compte tenu de la fermeture simultanée des axes enjeux majeurs les plus vulnérables (série A) 291
Carte 66 : Réduction de l'accessibilité compte tenu de la fermeture simultanée des axes enjeux majeurs les plus vulnérables (série B) 292
Carte 67 : Réduction de l'accessibilité compte tenu de la fermeture simultanée des axes enjeux majeurs les plus vulnérables (série C) 293
Carte 68 : Vulnérabilité des zones compte tenu des détours nécessaires réduisant leur accessibilité en cas de fermeture simultanée des cinq axes enjeux les plus vulnérables (synthèse) 294
Carte 69 : Vulnérabilité des populations compte tenu de la faible présence d'enjeux de proximité vitaux (eau, nourriture, soins, prise en charge des sinistrés) dans les zones susceptibles de se retrouver isolées 301
Carte 70 : Localisation des enjeux majeurs pour le fonctionnement du DMQ dans les zones susceptibles de connaître une forte ou très forte réduction de leur accessibilité 304
Carte 71 : Echelles de risques 307
Carte 72 : Localisation des enjeux majeurs particulièrement dépendants du transport terrestre dans les zones les plus vulnérables compte tenu des détours 309

TABLE DES PHOTOS

Photo 1 : Centre Nord de Quito. 35
Photo 2 : Espace Central de Quito. 35
Photo 3 : Centre Sud de Quito. 36
Photo 4 : Extrême Sud de Quito. 36
Photo 5 : Nouvel échangeur de la *Villa Flora.* 90
Photo 6 : Nouvel échangeur de la *Villa Flora.* 90
Photo 7 : Construction d'un échangeur à la jonction des avenues *América* et *Naciones Unidas* 91
Photo 8 : Construction d'un centre de correspondances à *La Marín*. 94
Photo 9 : Descente de passagers au milieu de la chaussée lors d'une course entre bus sur l'avenue América 100
Photo 10 : Emanation de gaz d'échappement opaques provenant d'un bus 100
Photo 11 : Station Sud *El Recreo.* 113
Photo 12 : Station *Morán Valverde*. 113
Photo 13 : Voie réservée du trolleybus sur l'avenue *10 de Agosto.* 115
Photo 14 : Site propre en construction sur l'avenue *América* 118
Photo 15 : Site propre en construction sur l'avenue *Prensa*. 118
Photo 16 : Panaméricaine Nord. 142
Photo 17 : Panaméricaine Sud. 142
Photo 18 : Route de Cumbayá. 147
Photo 19 : Panaméricaine Nord. 147
Photo 20 : Avenue *Napo* – principale voie d'accès à l'espace central depuis le sud de Quito. 155
Photo 21 : Avenue *Maldonado* : axe central de pénétration du sud de Quito. 155
Photo 22 : Avenue *Galo Plaza Lasso* : principale voie d'accès à l'espace central depuis le nord de Quito. 156
Photo 23 : Avenue *10 de Agosto* : épine dorsale de pénétration de l'espace central. 159
Photo 24 : Avenue *Patria* : boulevard est – ouest situé à l'intérieur de l'espace central. 159
Photo 25 : Avenue *Pichincha* : située en contrebas du centre historique. 160
Photo 26 : Avenue *Pichincha* entre l'échangeur *El Trébol* (en contrebas) et le terminus de *La Marín* (plus haut). 160
Photo 27 : Avenue Mariscal Sucre entre les tunnels de San Diego et San Roque. 167
Photo 28 : Echangeur à trois niveaux caractéristique de l'espace central. 170
Photo 29 : Pont *El Guambra* (espace central). 170
Photo 30 : Pont stratégique pour l'accès oriental au DMQ. 171
Photo 31 : Pont stratégique pour l'accès nord oriental au DMQ. 171
Photo 32 : Echangeur *El Trébol.* 174
Photo 33 : Gare routière de *Cumandá*, en contrebas du centre historique. 174
Photo 34 : Terminus Nord « *La Y* » du trolleybus. 175
Photo 35 : Station du trolleybus *El Recreo.* 175
Photo 36 : Rupture de l'oléoduc et de la route entre *Baeza* et *Lago Agrio*. 212

Photo 37 : Volcan *Cotopaxi* (5 980m) depuis Quito 215
Photo 38 : Volcan *Cotopaxi* depuis *Latacunga* 215
Photo 39 : Cratère du volcan *Cotopaxi* 216
Photo 40 : Zone d'épandage des lahars du volcan *Cotopaxi* 216
Photo 41 : Eruption du *Guagua Pichincha* (octobre 1999) 217
Photo 42 : Eruption du *Reventador* (novembre 2002) 217
Photo 43 : Caldeira du volcan *Guagua Pichincha* 218
Photo 44 : Cratère du volcan *Guagua Pichincha* 218
Photo 45 : Chute de téphras sur la ville - Secteur de l'aéroport (octobre 1999) 219
Photo 46 : Une avenue principale sous les cendres (Fermeture du service de transport sur la *Ecovía*) 219
Photo 47 : Affaissement d'une chaussée construite sur un cours d'eau remblayé, rue *Colonche*, Quartier *Mena II* 220
Photo 48 : Affaissement de chaussée construite sur un cours d'eau remblayé Quartier La Vicentina 220
Photo 49 : Mosaïque d'aléas hydro-morphoclimatiques 221
Photo 50 : Lave torrentielle du 31 mars 1997 (quartier *La Comuna*) 222
Photo 51 : Lave torrentielle du 31 mars 1997 (quartier *La Comuna*) 222
Photo 52 : Destruction du pont d'accès au lotissement *La Pampa* au nord de Quito (*Pomasqui*) 223
Photo 53 : L'ennoiement d'un passage surbaissé au niveau de l'aéroport 224
Photo 54 : Dépôt de carburants (citernes blanches) dans le quartier « *El Beaterio* » au sud de la ville 224

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition de la population, des emplois et des fonctions urbaines par sous-espaces suburbains 57
Tableau 2 : Répartition de la population, des emplois et des fonctions urbaines entre Quito et sa périphérie 59
Tableau 3 : Volumes de trafic sur les accès au district. 86
Tableau 4 : Volumes de trafic sur les axes centre-périphérie. 86
Tableau 5 : Volumes de trafic sur les principaux boulevards urbains (parmi les plus chargés). 88
Tableau 6 : Caractéristiques générales de l'offre de transport en commun et de l'utilisation de cette offre dans le DMQ en 2001. 97
Tableau 7 : Âges des flottes (bus, minibus) affectées au transport en commun dans différentes agglomérations latino-américaines 102
Tableau 8 : Estimations des distances parcourues en bus urbains par trajet et par motif en kilomètres 108
Tableau 9 : Taux de motorisation par canton, en 2001 – Province de *Pichincha* 121
Tableau 10 : Variables considérées pour la hiérarchisation des voies d'accès au district 141
Tableau 11 : Variables considérées pour la hiérarchisation des axes centre périphérie 145
Tableau 12 : Boulevards enregistrant les plus forts trafics 149
Tableau 13 : Dénominations et localisations des tronçons homogènes faisant partie d'axes enjeux majeurs 165
Tableau 14 : Différenciation et hiérarchisation des ponts routiers 168
Tableau 15 : Matrice synoptique des variables analysées pour évaluer les trois premières formes de vulnérabilité des enjeux majeurs du transport 200
Tableau 16 : Matrice synoptique des variables analysées pour évaluer les trois dernières formes de vulnérabilité des enjeux majeurs du transport 201
Tableau 17 : Principaux tremblements de terre et éruptions volcaniques ayant affecté Quito au cours des 150 dernières années 211
Tableau 18 : Laves torrentielles les plus destructrices survenues au cours des 30 dernières années 222
Tableau 19 : Cartes d'aléas retenus et traitements effectués pour aboutir à des degrés synthétiques d'aléas 226
Tableau 20 : Méthode de valoration de la vulnérabilité des tunnels liée à leur dépendance vis-à-vis du système électrique 232
Tableau 21 : Exposition des centres de transport et de leurs accès immédiats aux aléas d'origine naturelle et aux dangers d'explosions de produits inflammables 234
Tableau 22 : Susceptibilité d'endommagement des centres de transport et de leurs voies d'accès 236
Tableau 23 : Susceptibilité de perturbation des services de transport du trolley et interprovincial associés aux centres 236
Tableau 24 : Bilan : Exposition des centres de transport aux aléas, susceptibilités d'endommagement et de perturbation 237
Tableau 25 : Exemple de calcul de la valeur maximale de vulnérabilité pouvant être atteinte par un enjeu 238
Tableau 26 : Cinq degrés synthétiques de vulnérabilité 238
Tableau 27 : Sommes des valorations des six formes de vulnérabilités et détermination des degrés synthétiques de vulnérabilité 239

Tableau 28 : Pondération des degrés synthétiques de vulnérabilité 251
Tableau 29 : Détermination de la vulnérabilité cumulée des axes routiers enjeux majeurs 252
Tableau 30 : Détermination de la vulnérabilité cumulée des ponts enjeux majeurs 253
Tableau 31 : Détermination de la vulnérabilité cumulée des tunnels enjeux majeurs 254
Tableau 32 : Détermination de la vulnérabilité cumulée des centres de transport enjeux majeurs 254
Tableau 33 : Equivalences entre les sommes des degrés pondérés et les niveaux de vulnérabilité cumulée 255
Tableau 34 : Enjeux majeurs les plus vulnérables (vulnérabilité cumulée) 256
Tableau 35 : Variables retenues pour mesurer l'accessibilité des macrozones 276
Tableau 36 : Variables retenues pour l'évaluation de l'accessibilité des microzones en période habituelle (partie A) 277
Tableau 37 : Variables retenues pour l'évaluation de l'accessibilité des microzones en période habituelle (partie B) 278
Tableau 38 : Détail de la réduction possible de l'accessibilité des zones 283
Tableau 39 : Importance des détours en fonction de l'allongement de la distance habituelle 286
Tableau 40 : Valoration des détours 290
Tableau 41 : Détermination des niveaux de vulnérabilité des zones associés à l'allongement des distances 290
Tableau 42 : Enjeux vitaux de proximité (eau et nourriture) par zone 299
Tableau 43 : Enjeux vitaux de proximité (soins et prise en charge des sinistrés) par zone 300
Tableau 44 : Récapitulatif des enjeux majeurs les plus vulnérables (vulnérabilité cumulée) 324

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Représentation schématique du système de mobilité urbaine 32
Figure 2 : Provenance des nouveaux arrivants résidant depuis moins de 5 ans à Quito en 2001..... 46
Figure 3 : Répartition du nombre de compteurs électriques par catégorie et par sous-espaces suburbains en pourcentages 57
Figure 4 : Motifs des déplacements quotidiens centre-périphérie réalisés en bus. 63
Figure 5 : Quelle est belle ma ville de Quito ! 101
Figure 6 : Evolution du parc automobile du District Métropolitain de Quito 1975-2000 119
Figure 7 : Dessin humoristique faisant allusion au bénéfice des concessionnaires d'automobile 120
Figure 8 : Représentation schématique de la notion d'enjeu..... 132
Figure 9 : Le risque, un jeu de vulnérabilités des enjeux et de facteurs de compensation 190
Figure 10 : Composants, systèmes et éléments de l'environnement systémique considérés pour l'analyse des six formes de vulnérabilités 199
Figure 11 : Localisation des grandes villes dans le monde par rapport aux volcans actifs les plus proches 214
Figure 12 : Dessin humoristique remettant en cause la vétusté des canalisations à l'origine de certaines inondations..... 223
Figure 13 : Coupes topographiques des accès à la ville de Quito 269
Figure 14 : Récapitulatif des quatre étapes de l'analyse..... 326

TABLE DES MATIERES

Remerciements *3*

Résumé *5*

Sommaire *15*

Introduction *17*

1 – Le constat : étalement urbain, occupation des zones dangereuses et accroissement de la mobilité *19*

2 – Le programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito » *24*

3 – La mobilité un enjeu pour la ville *25*

4 – Mobilité et risques *25*

5 – La vulnérabilité de la mobilité *27*

6 – Le ciblage sur les enjeux de la mobilité *28*

7 – Le nécessaire recours à la notion d'accessibilité *29*

8 – L'intérêt de la démarche systémique *31*

9 – L'usage d'un SIG *33*

10 – Organisation de la thèse *33*

Première partie - Mobilité des personnes dans le District Métropolitain de Quito *37*

1 – La mobilité dans le district de Quito : 80 % des déplacements réalisés au quotidien en bus *41*

1.1 – Les communications avec l'extérieur du district *42*

1.1.1 – Une prépondérance des communications entre Quito et les deux tiers Sud du pays grâce à un réseau dense de transport en commun interprovincial..... 42

1.1.1.1 – Quito, métropole andine située dans le tiers nord de l'Equateur..... 42
1.1.1.2 – Estimation des déplacements de personnes au départ de Quito vers le reste du pays : des flux majoritaires vers le sud..... 43
1.1.1.3 – Le District de Quito : un nœud important dans le réseau routier national..... 46

1.1.2 – Une multitude de déplacements de personnes entre le DMQ et sa périphérie proche : un jeu de complémentarités socio-économiques régionales..... 48

1.1.2.1 – Les échanges d'affaires et touristiques entre Otavalo et le DMQ..... 48
1.1.2.2 – Les échanges de main d'œuvre et d'affaires entre Cayambe et le DMQ..... 49
1.1.2.3 – Les échanges entre Machachi, centre régional agricole, et le DMQ..... 49

1.2 – Les communications centre / périphérie..... 51

1.2.1 – Mobilité et centralité..... 51

1.2.2 – Des périphéries inégalement et insuffisamment pourvues en fonctions urbaines 52

1.2.3 – Une nette concentration des fonctions urbaines dans la ville de Quito..... 58

1.2.4 – Près de 150 00 déplacements centre / périphérie réalisés au quotidien en transport en commun..... 62

1.2.4.1 – Des mouvements pendulaires majoritaires le matin, surtout motivés par le travail 62
1.2.4.2 – La moitié nord de la ville : une zone de réception de la plupart des flux en provenance des périphéries..... 65

1.3 - Les communications intra urbaines..... 67

1.3.1 – L'hypercentralité fonctionnelle de l'espace central de la ville de Quito..... 67

1.3.2 – Une très forte fréquentation de l'espace central liée à son attractivité..... 69

1.3.3 – Détail de l'attractivité, de la fréquentation et des motifs de déplacements au sein de la ville : des situations très hétérogènes..... 70

1.3.3.1 – Des secteurs urbains inégalement attractifs..... 70
1.3.3.2 – Une répartition journalière des déplacements très contrastée..... 70
1.3.3.3 – Des motifs de déplacements très variés selon les secteurs..... 72

1.4 - Conclusion..... 73

2 - Structuration, organisation et fonctionnement du système de transport..... 74

2.1 – Le cadre juridique et institutionnel..... 74

2.1.1 – Le système d'acteurs intervenant dans le domaine de la voirie : trois organismes principaux..... 74

2.1.1.1 – L'entreprise métropolitaine municipale de l'équipement de Quito (EMOP-Q) : un champ d'action essentiellement en ville..... 74
2.1.1.2 – Le Conseil Provincial de Pichincha (HCPP) : un rôle cantonné aux zones suburbaines... 75
2.1.1.3 – Le Ministère de l'Equipement (MOP) : un organisme chargé des routes d'intérêt national 76

2.1.2 - Le système d'acteurs intervenant dans l'organisation des transports et la gestion de la circulation 78

2.1.2.1 – Les organismes de tutelle du transport en commun : le rôle essentiel de la mairie 78
2.1.2.2 – Les organismes chargés du parc automobile et du trafic : des compétences plus ou moins clairement partagées entre la Municipalité de Quito et la Police Nationale 79

2.2 – Le système d'infrastructures routières (réseau, ouvrages et équipements) 81

2.2.1 – Une extension exponentielle du réseau routier lié à l'étalement urbain amorcé surtout à partir des années 1920 81

2.2.1.1 – Une extension contrainte selon une direction nord-sud à l'échelle de la ville 81
2.2.1.2 – Une extension tournée vers les vallées orientales à partir des années 1970 grâce à l'élévation du taux de motorisation 83

2.2.2 – Fonctionnalité et fréquentation des axes routiers : vers une catégorisation en trois types 84

2.2.2.1 – Les axes structurants 84
2.2.2.2 – Les réseaux principaux urbain et suburbain 87
2.2.2.3 – Les réseaux secondaires urbain et suburbain 88

2.2.3 – Les ouvrages d'art routiers : une répartition surtout concentrée dans la moitié nord de la ville, actuellement en phase de réaménagement 88

2.2.4 - Les équipements et installations conçus pour les transports en commun et individuel 93

2.2.4.1 – Les installations spécifiques au transport en commun 93
2.2.4.2 – Les principaux équipements associés à la circulation générale 94

2.3 – Le système de transport (véhicules, réseau) : particularités, fonctionnement, utilisation et évolutions 97

2.3.1 – Près de deux millions de déplacements quotidiens en transport en commun, tous types confondus 97

2.3.1.1 – Les différents modes de transport en commun : une prépondérance des déplacements en bus urbains 97
2.3.1.2 – Un déplacement en bus par jour et par habitant 98

2.3.2 – Le système d'offre privée du transport en commun public 98

2.3.2.1 – Un système caractérisé par une atomisation de l'offre associée à un fonctionnement encore largement artisanal, peu performant et dangereux 98
2.3.2.2 – Regroupement et professionnalisation des opérateurs : une politique impulsée par la municipalité dans le but d'améliorer la qualité du transport 101
2.3.2.3 – Différents services à différents tarifs longtemps fixés pour l'ensemble des villes de l'Equateur, quelque soit leur taille ! 102
2.3.2.4 – L'absence d'arrêts fixes, source d'insécurité pour les passagers et de pollution 102
2.3.2.5 – L'évolution récente de la flotte : des bus à plus grande capacité 103
2.3.2.6 – Le réseau de transport en commun : un agencement des lignes de bus essentiellement nord-sud dans la ville et le long des axes centre-périphérie 103
2.3.2.7 – Processus d'urbanisation et étalement corollaire du réseau de transport en commun 106
2.3.2.8 – Onze kilomètres : distance moyenne d'un trajet en ville effectué en bus par un usager ... 108

2.3.3 - Le système d'offre municipale du transport en commun public 109

2.3.3.1 – La Municipalité de Quito : un opérateur de transport depuis 20 ans ayant joué un rôle-clef face à l'insuffisance de l'offre privée de la fin des années 80 109

2.3.3.2 – La restructuration institutionnelle du début des années 90 à l'origine de la municipalisation des transports et de la mise en place du trolleybus 110
2.3.3.3 – Le trolleybus : un système intégré fonctionnant en site propre à l'origine d'une véritable révolution des transports à Quito 111
2.3.3.4 – Le trolleybus : des véhicules électriques transportant 210 000 personnes par jour, soit 11 % de la demande 114
2.3.3.5 – Le succès du trolley à l'origine de la volonté municipale d'étendre le réseau intégré : une première étape assez laborieuse avec la Ecovía 116

2.3.4 – La place grandissante de l'automobile dans le District Métropolitain de Quito 119

2.3.4.1 – L'automobile : un mode de transport encore assez faiblement utilisé mais en augmentation exponentielle depuis 30 ans 119
2.3.4.2 – Plus de 40 % du parc automobile national équatorien dans les rues de Quito 120

Conclusion 124

Deuxième partie - Identification des enjeux majeurs du fonctionnement du système de mobilité du District Métropolitain de Quito 127

1 - Vers une définition de la notion d'enjeu dans une analyse de risque 131

1.1 – Une démarche récente : présentation des travaux préalables menés à l'échelle d'une agglomération 131

1.1.1 – Les exemples niçois et annecien : des enjeux face à l'aléa sismique 131
1.1.2 – Autres exemples 133

1.2 – L'usage de la notion d'enjeu dans le cadre du programme « Système d'Information et Risques dans le DMQ » : présentation et pertinence 135

1.2.1 – Une approche par les enjeux de fonctionnement de la ville, indépendante des aléas 135
1.2.2 – Les trois grands types d'enjeux du fonctionnement du système territorial de Quito analysés dans le cadre du programme 135
1.2.3 – Les enjeux : une notion toute relative, fonction de l'échelle d'étude 136
1.2.4 – Intérêt d'une démarche par les enjeux dans une analyse de risque 136

2 - Les enjeux majeurs du fonctionnement du système de mobilité métropolitaine 137

2.1 - Echelle et types d'enjeux de fonctionnement retenus 137

2.1.1 – Une identification des enjeux de la mobilité à l'échelle de l'agglomération. 137
2.1.2 – Les enjeux de la mobilité : le ciblage sur les enjeux-objets essentiels 138
2.1.2.1 – Enjeux et enjeux-objets 138
2.1.2.2 – Des enjeux-objets déterminés par l'importance des flux et des transports en présence ... 138

2.2 –Différenciation, hiérarchisation et cartographie des axes importants du district : un travail préalable à l'identification des axes enjeux 139

2.2.1 – Les accès au district 139

2.2.1.1 – Présentation des trois critères de différenciation retenus 139
2.2.1.2 – Synthèse : hiérarchisation des accès au district 140

2.2.2 – Les axes centre périphérie 143

2.2.2.1 – Présentation des six critères de différenciation retenus 143
2.2.2.2 – Synthèse : hiérarchisation des axes centre périphérie 144

2.2.3 – Les axes urbains 148

2.2.3.1 – Présentation des quatre critères de différenciation retenus 148
2.2.3.2 – Synthèse : hiérarchisation des axes urbains grâce au SIG 153

2.2.4 – Les axes de l'espace central 157

2.2.4.1 – Les accès à l'espace central 157
2.2.4.2 – Les voies de circulation à l'intérieur de l'espace central 157

2.2.5 – Synthèse : axes enjeux, axes enjeux majeurs et tronçons fonctionnels homogènes 161

2.2.5.1 – De la hiérarchisation à l'individualisation des axes enjeux et des axes enjeux majeurs .. 161
2.2.5.2 – Détermination de tronçons fonctionnels homogènes : utilité, méthode et cartographie ... 161

2.3 – Les enjeux majeurs parmi les infrastructures routières et équipements des transports 166

2.3.1 – L'enfilade de tunnels : un passage-clef entre le nord et le sud de la ville 166

2.3.2 – Les enjeux majeurs parmi les ouvrages d'art routier comportant une section aérienne : méthode de repérage et cartographie 167

2.3.3 – Les enjeux majeurs parmi les équipements spécifiques aux transports : méthode de repérage et cartographie 172

2.4 – Les autres enjeux majeurs de la mobilité 177

Conclusion 178

Troisième partie - La vulnérabilité du système de mobilité du District Métropolitain de Quito 181

1 – La vulnérabilité des transports et des réseaux : aperçu des travaux préalables 185

1.1 – Introduction à la notion de vulnérabilité de la mobilité 185

1.2 – Les travaux axés sur l'exposition des réseaux routiers aux aléas 186

1.3 – Les travaux axés sur les problèmes liés au fonctionnement, à la gestion des transports et aux caractéristiques de la voirie en ville 187

1.4 – Les travaux dont l'objet d'étude est l'accessibilité aux transports et aux fonctions urbaines 188

2 – L'analyse de la vulnérabilité ciblée sur les enjeux : intérêt, présentation et mise en oeuvre 189

2.1 – Le ciblage sur les enjeux : intérêts opérationnels et méthodologiques 189

2.2 – La vulnérabilité des enjeux et ses facteurs de compensation : présentation et application 189

2.2.1 – Le risque, un compromis de vulnérabilités des enjeux contrebalancées par un jeu de forces 189

2.2.2 – Application dans le cadre du programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito » 191

2.2.2.1 – Une étude axée autour de six formes de vulnérabilités 191
2.2.2.2 – Aléa et vulnérabilité 193

2.3 – L'analyse de vulnérabilité des enjeux du système de mobilité : procédure et mise en œuvre 194

2.3.1 – Une étude basée sur un large éventail d'informations primaires émanant de sources complémentaires 194

2.3.2 – Procédure et critères d'évaluation de la vulnérabilité 197

2.3.2.1 – Procédure : les vulnérabilités relèvent de différentes échelles systémiques 197
2.3.2.2 – Les critères d'évaluation de la vulnérabilité des enjeux du transport à Quito 199

2.3.3 – Le recours au SIG pour analyser certaines vulnérabilités 202

2.3.3.1 – Le calcul des pentes des tronçons routiers 202
2.3.3.2 – L'éloignement des enjeux par rapport à la localisation des forces de secours 204
2.3.3.3 – Les aléas : une multitude de phénomènes en présence 206
2.3.3.4 – Les aléas : cartographie des phénomènes et mesure de l'exposition 225

2.3.4 – Méthode de pondération et de valoration des vulnérabilités : une double approche qualitative et quantitative 230

2.3.4.1 – Des facteurs de vulnérabilité plus ou moins pénalisants 230
2.3.4.2 – Méthode de valoration des vulnérabilités 232

2.4 – L'analyse de vulnérabilité des enjeux du système de mobilité : résultats cartographiques 240

2.4.1 – Représentation cartographique des vulnérabilités des enjeux majeurs : des situations très contrastées 240

2.4.1.1 – Les axes routiers : une vulnérabilité fortement hétéroclite, tantôt accentuée par certains facteurs, tantôt compensée 240
2.4.1.2 – Les ponts : entre une vulnérabilité nulle et une vulnérabilité maximale 244
2.4.1.3 – Les centres de transport et les tunnels : un bilan nuancé 247

2.4.2 – Synthèse : les accès à la ville et les communications intra-urbaines nord-sud fortement vulnérables 250

2.4.2.1 – La notion de vulnérabilité synthétique cumulée 250
2.4.2.2 – Le calcul de la vulnérabilité synthétique cumulée 250
2.4.2.3 – Carte de la vulnérabilité cumulée des enjeux de la mobilité 255

Conclusion 258

Quatrième partie - De la vulnérabilité des enjeux majeurs de mobilité aux risques encourus par le District Métropolitain de Quito 261

1 – Un nécessaire recours à la notion d'accessibilité pour la compréhension des risques 265

1.1 – Accès aux espaces supports d'enjeux majeurs et risques 265

1.1.1 – L'essentialité des accès aux espaces supports d'enjeux.… 265

1.1.2 – … accès dont la remise en cause laisse présager des risques 265

1.2 – Les communications en temps habituel à l'intérieur de l'agglomération : le poids d'un site contraignant 266

1.2.1 – Un site particulièrement défavorable à la circulation, accentué par des barrières liées à des aménagements urbains 266

1.2.1.1 – Un difficile accès à la ville compte tenu des dénivelés 267
1.2.1.2 – Une circulation urbaine achoppant sur des obstacles naturels et anthropiques 270

1.2.2 – Synthèse : une première approche nécessaire mais non suffisante 271

1.3 – Définition et méthode d'évaluation de l'accessibilité des lieux : un nécessaire découpage du district en zones indexées sur le réseau routier 271

1.3.1 – L'accessibilité : degré de facilité avec lequel on peut atteindre un lieu 271

1.3.2 – Découpage du district en zones indexées sur le réseau routier : utilité, méthode et cartes 272

2 – Evaluation de l'accessibilité des différents sous-espaces géographiques du district 275

2.1 – L'accessibilité en temps habituel : méthode d'évaluation et cartographie 275

2.2 – Accessibilité des zones en cas de défaillance des éléments enjeux majeurs de la mobilité les plus vulnérables 280

2.2.1 – Une analyse de réduction de l'accessibilité basée sur les enjeux majeurs de la mobilité les plus vulnérables 280

2.2.2 – Réduction de l'accessibilité selon la logique endotrope de proximité compte tenu de la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité 281

2.2.3 – Réduction de l'accessibilité selon la logique centripète (accès à la ville) compte tenu de la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité 285

2.2.3.1 – Principe et méthode de calcul 285
2.2.3.2 – Incidence de la fermeture d'un axe 286
2.2.3.3 – Incidence de la fermeture simultanée des cinq axes 290

2.3 – Synthèse : de la vulnérabilité des enjeux majeurs de la mobilité à la vulnérabilité de l'accessibilité 295

3 – Vulnérabilité de l'accessibilité, enjeux et risques 296

3.1 – Principe et méthode d'évaluation des risques à partir de la vulnérabilité de l'accessibilité et de la localisation des enjeux 296

3.1.1 – Types d'enjeux et échelles 296

3.1.1.1 – Enjeux de fonctionnement, de crise et de récupération 296
3.1.1.2 – Enjeux et échelles 296

3.1.2 – Localisation des enjeux et accessibilité : identification des configurations à risque 297

3.2 – Isolement, enjeux de proximité et risques dans le District Métropolitain de Quito 298

3.2.1 – Principe et critères retenus 298

3.2.2 – Méthode d'analyse et cartographie 298

3.2.3 – Réflexions sur les risques encourus 302

3.3 – Isolement, enjeux majeurs du fonctionnement et risques dans le District Métropolitain de Quito 303

3.3.1 – Principe, méthode d'analyse et cartographie 303

3.3.2 – Réflexions sur les risques encourus 305

3.3.2.1 – Perte d'accessibilité des enjeux et risques encourus 305
3.3.2.2 – Défaillance des enjeux, perte d'accessibilité et risques encourus 305
3.3.2.3 – Perte d'accessibilité et échelle de risques 306

3.4 – Détours, enjeux majeurs, dépendance vis-à-vis des communications et risques dans le District Métropolitain de Quito 308

3.4.1 – Principe, méthode d'analyse et cartographie 308

3.4.2 – Réflexions sur les risques encourus 310

Conclusion 313

CONCLUSION *317*

1 – Récapitulatif des principaux résultats de l'analyse *321*

Mobilité des personnes prévalant dans le DMQ *321*

Système de transport métropolitain (acteurs, réseaux, offre) *321*

Identification des enjeux *323*

Vulnérabilité des enjeux *323*

Accessibilité et risques *324*

2 – Synthèse de la méthode *325*

3 - Apports aux gestionnaires *327*

4 – Limites de l'étude *329*

5 – Reproductibilité au profit d'autres villes *330*

6 – Enjeu, vulnérabilité et accessibilité : trois notions essentielles pour l'évaluation des risques *331*

Bibliographie *333*

Annexes *353*

1 - Liste des sigles *355*

2 - Organigramme municipal (MDMQ) *357*

3 - Méthode de calcul des distances parcourues en TC *358*

4 - Corrélation entre consommation électrique des ménages et taux de motorisation *359*

5 – Méthode de différenciation des ponts (exemple) *360*

6 - Liste des rubriques de la revue de presse *361*

7 - Extrait de la grille de classement de la revue de presse *362*

8 - Exemples de vulnérabilités du système de construction du réseau routier et répercussions sur la circulation. *363*

9 - Exemple d'entretien mené auprès des opérateurs (gérants) de transport en commun à Quito *364*

10 – Questionnaire dirigé aux techniciens municpaux pour la détermination de certaines formes de vulnérabilités des enjeux de la mobilité *367*

11 - Métadonnées de la base SIG "Mobilité"(logiciel Savane) *370*

12 - Matrice de vulnérabilités des axes enjeux (par tronçon) *453*

13 – Matrice de vulnérabilité des ponts enjeux *510*

14 – Matrice de vulnérabilité des tunnels enjeux *539*

15 – Matrice de vulnérabilité des centres de transport enjeux *553*

16 - Echelle de Mercalli *569*

Table des cartes *570*

Table des photos *573*

Table des tableaux *575*

Table des figures *577*

Table des matieres *578*