



Rapport de Stage
DESS
Institut Français d'Urbanisme - IRD

**Mise à jour et exploitation de la base de
donnée 'Addis' en vue de fournir des outils
pour comparer la ville existante et la ville
planifiée**

Institut de Recherche pour le Développement

Guillaume Hallier

Juillet – Octobre 2005

SOMMAIRE

Introduction

I. PRESENTATION DE L'INSTITUT D'ACCUEIL ET DU PROJET	4
A. Présentation de la structure d'accueil	4
1. L'IRD	4
2. Le centre de Bondy	4
3. L'UR029 'environnement urbain' :	4
4. Le chantier Ethiopie – Addis Abeba :	5
B. Objectifs de la mission	6
1. Intitulé	6
2. Données et documents de travail disponibles	7
C. Encadrement et outils	8
1. Encadrement	8
2. Outils	8
II. MISE A JOUR ET DOCUMENTATION DE LA BASE DE DONNEES	9
A. Intégration des plans du schéma directeur dans la base :	9
1. La démarche suivie pour l'intégration des nouveaux fichiers :	9
2. difficultés techniques rencontrées	11
B. Exemples d'intégrations :	13
1. Les routes proposées :	13
2. Exemple des réseaux d'égout :	15
C. Documentation de la base de données	17
III. EXEMPLES D'EXPLOITATION DE LA BASE DE DONNEES : CALCUL DES SITES D'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS URBAINS	20
A. Calculs des sites d'implantations potentiels des services d'éducation	20
1. Selon les normes communes à tous les services d'éducation	20
2. Calculs au niveau local selon les normes propres à chaque type de service d'éducation : exemple des écoles primaires et secondaires	23
3. Croisement avec les données démographiques et les écoles déjà existantes :	24
B. Calculs des sites d'implantations potentiels des terrains de jeux	26
C. Bilan, approche critique et perspectives :	29

Conclusion

Introduction :

Dans le cadre du DESS Urbanisme et Aménagement de l'Institut Français d'Urbanisme, j'ai pu effectuer un stage de trois mois au sein de l'Institut de Recherche et de Développement. Le but du stage était d'utiliser l'outil SIG pour analyser les lieux potentiels d'implantations des équipements urbains en fonction de différents paramètres contenus dans les règlements d'urbanisme. Par ailleurs, une mise en perspective de ces lieux potentiels d'implantation des équipements urbains avec les équipements urbains déjà existant a été expérimenté sur les services d'éducation.

Ce rapport comporte trois parties :

- I. Présentation de la structure d'accueil et de la mission de stage
- II. Mise à jour et documentation de la base de données
- III. Exemples d'exploitations de la base de données

L'encadrement à été principalement assuré par Mr Bernard Lortic et Mme Dominique Couret directrice de l'unité de recherche 029 « environnement urbain ».

Remerciements :

Je remercie Bernard Lortic pour sa disponibilité et la patience dont il a fait preuve face à mes questions. Je remercie aussi Dominique Couret, Bezunesch Tamru, Meskerem Shawul, Pauline Gluski, Yves Blanca, Eric Opigez pour leurs conseils.

I. Présentation de l'institut d'accueil et du projet

A. Présentation de la structure d'accueil

1. L'IRD

L'Institut de Recherche pour le Développement est un établissement public à caractère scientifique et technologique placé sous la double tutelle des ministères chargés de la Recherche et de la Coopération. L'IRD conduit des recherches sur les milieux intertropicaux : en Afrique, dans l'Océan Indien, en Amérique latine et dans le Pacifique. L'Institut remplit trois missions fondamentales : la recherche, l'expertise et la formation. Il dispose d'implantations dans 26 pays de la zone intertropicale. Il compte également cinq implantations en métropole et cinq dans les DOM-TOM.

2. Le centre de Bondy

Le centre Ile de France Bondy accueille près de 250 personnes dont près de 100 chercheurs et un flux d'étudiants et doctorants équivalent à une quarantaine de permanents dont les deux tiers sont des étrangers venant des pays du Sud. Les thèmes de recherche abordés aujourd'hui, sont centrés sur l'environnement tropical et les sociétés du sud avec pour objectif d'agir pour le développement durable des pays du Sud par la recherche et la formation. Le centre de Bondy accueille le Laboratoire de Cartographie Appliquée (LCA) de l'IRD. Les missions du LCA s'étendent à l'ensemble du domaine de la cartographie numérique au service de la recherche pour le développement dans le but de créer une plate-forme de capitalisation de l'information et des savoir-faire en matière de cartographie moderne, alliant capacité d'édition, d'appui à la recherche et de formation. Le laboratoire joue aussi le rôle d'un centre de ressources de l'Institut en matière d'information géographique.

3. L'UR029 'environnement urbain' :

Ce stage s'est effectué au sein du programme de recherche 029 « environnement urbain » dont les objectifs sont de :

- contribuer à la conceptualisation de l'environnement urbain
- identifier les nouvelles pratiques et politiques, les modes de gestion induits par les préoccupations environnementales

- formaliser et confronter les méthodes et les objets d'analyse de la recherche sur l'environnement urbain
- apporter des connaissances utiles aux décideurs et contribuer à définir ce que pourrait être une gestion environnementale de la ville

Les recherches s'articulent autour de trois axes scientifiques :

- l'analyse de la transformation urbaine
- l'analyse des processus de valorisation et de conservation du patrimoine urbain
- l'analyse des risques en milieu urbain (risque naturels, sanitaires, sociaux)

Les quatre grands chantier régionaux sont :

- l'Afrique (Afrique de l'Ouest, Ethiopie)
- l'Océan Indien (Réunion)
- la Méditerranée du Sud (Egypte, Liban, Syrie)
- l'Amérique Latine (Brésil, Mexique, Equateur)

4. Le chantier Ethiopie – Addis Abeba :

Le programme « *Approche environnementale des dynamiques urbaines à Addis Abeba* » consiste en une utilisation des méthodes et concepts exploratoires de l'approche environnementale pour aboutir à une nouvelle connaissance croisée des dynamiques principales de croissance et d'évolution, de conservation et de transmission, de dégradation et de destruction qui accompagne le phénomène urbain. L'objectif final est la mise au point de méthodes et une production de connaissances spécifiques utiles aux décideurs pour concevoir une gestion environnementale de la ville d'Addis-Abeba dans une perspective de développement durable. Il s'agit aussi de proposer une hiérarchisation des urgences et par-là aider à la définition de priorités réelles et des formes d'investissement public.

Dans ce cadre de réflexion et suite aux résultats des recherches menées depuis quatre années, Meskerem Shawul, architecte-urbaniste éthiopienne, a entamé en 2004 une thèse sur le thème « *les défis de valorisation de la ville existante dans le nouveau schéma directeur d'Addis Abeba* ». L'hypothèse principale de cette investigation est qu'il doit être possible de rénover Addis Abeba sans détruire sa personnalité première et en utilisant le plus possible les atouts déjà en place. Il s'agit aussi d'aller vers un développement urbain plus en accord avec les ressources financières de la municipalité et les moyens des populations.

Une partie de son travail doit s'appuyer sur des analyses et des propositions réalisées grâce à l'outil SIG. Pour cela l'intégration de données dans la base déjà existante sur Addis Abeba était donc nécessaire.

Avant de décrire dans une deuxième partie le contenu précis de la mission, nous allons définir quelques notions, références et termes techniques utilisées dans le rapport :

Le **schéma directeur** : c'est un document prospectif qui oriente le développement de l'agglomération en précisant l'usage fonctionnel du sol et un planning pour la réalisation de certains équipements. Le schéma directeur révisé a été approuvé en 2002, il comporte en plus du schéma directeur précédent¹ :

1. Un plan de l'environnement détaillant les zones de développement forestier, d'agriculture, d'espace vert autour des rivières, de récréation et de parcs,
2. Un plan des sites historiques localisant les constructions et les espaces historiques à préserver,
3. Un plan des réseaux routiers préparé de façon hiérarchique,
4. Un plan des transports public et des parkings,
5. Un plan des services sociaux: écoles, santés, etc.
6. Des plans des centres et marché préparés selon une hiérarchie,
7. Un plan des sites d'investissement stratégique.

Nous utilisons le terme de **ville existante** pour désigner les traits urbains actuels d'Addis Abeba. Cela englobe par exemple : la répartition et les caractéristiques socio-démographiques de la population, la localisation des activités, le zonage fonctionnel, les équipements, les réseaux, le découpage parcellaire, le bâti... autant de caractères connus c'est à dire tels qu'ils ont été respectivement recensés lors des derniers états des lieux et enquêtes dont ils ont fait l'objet.

La **ville planifiée** c'est la ville vue à travers les mêmes thèmes (répartition géographique des activités, zonage fonctionnel du sol, la localisation des équipements...) selon les normes et règlements du schéma directeur révisé. On utilisera aussi le terme de ville projetée.

Kifle Ketema ou **sub-city** : correspond au premier niveau de division administrative d'Addis Abeba (= arrondissements).

Kebeles : second et plus petit niveau de division administrative

B. Objectifs de la mission

1. Intitulé

La mission de stage était formulée de la sorte : « fournir les moyens logistiques (intégration de données dans un SIG, formalisation de requêtes et réalisation de cartes) pour alimenter la réflexion sur *'l'adéquation et/ou la distance entre les orientations du schéma directeur et les éléments composants la ville existante'* ». La mesure de l'adéquation ou de la distance entre

¹ Site perso M. Shawul : www.geocities.com/meskerem_shawul/

la ville existante et la ville planifiée est une des approche engagée par M. Shawul dans sa thèse. Cela consisterai, notamment en utilisant les systèmes d'informations géographiques à mettre sur un même plan les zones fonctionnelles, les activités, les équipements, les divers services existants et ceux proposés. De cette façon, l'ampleur des modifications et changements exigés par le nouveau schéma directeur pourrait être évaluée.

Concrètement la mission de stage consiste pour nous à :

- enrichir la base sur le planifié c'est à dire incorporer de nouvelles données dans la base Addis : des données réglementaires de planification et des données sur les infrastructures (en place et prévues).

- établir des requêtes pour déterminer les emplacements géographiques les plus appropriés en fonction des normes d'implantations définies pour les équipements (sociaux, éducation, santé...).

2. Données et documents de travail disponibles

Les plan du schéma directeur en format AutoCAD

Un ensemble de fichiers AutoCAD provenant des services d'urbanismes de la municipalité et récupérés par l'intermédiaire de M. Shawul. Ils ont été produits à Addis Abeba par les bureaux de la '*Policy Study & Planning Commission*'. Ce sont des fichiers qui traitent des nombreux thèmes pris en compte dans la planification urbaine : environnement, activités, réseaux de transports, équipements et infrastructures, réglementations sur la hauteur des constructions... Il s'agit pour beaucoup de documents précisant les grandes orientations dictées par le schéma directeur : vocation fonctionnelle et réglementaire du sol. D'autres, recensent les équipements ou infrastructures existants et à venir.

Les normes de planification

Le guide de standards et de normes de planification urbaine donne les caractéristiques de chaque type de zones (centrale, à usage mixte, espaces verts) et précise quelles sont les activités compatibles et les activités incompatibles au sein de ces zones. Le guide précise aussi les règles d'implantations pour les différents équipements urbains (marchés, abattoirs, éducation, santé, sport...) en prenant en compte leur niveau de service.

Liste des fichiers AutoCAD :

- A.A Water line.dwg
- A.A Master plan of 1986.dwg
- Proposed kifle ketema.dwg
- A.A green environment map.dwg
- A.A Mining & Quarry Site.dwg
- A.A Roads color differentiated.dwg
- A.A Building height regulation.dwg
- A.A mixed use housing map.dwg
- A.A LDP areas.dwg

- | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|---|
| - A.A Water line.dwg | - A.A Master plan of 1986.dwg | - Proposed kifle ketema.dwg |
| - A.A Centrality map.dwg | - A.A Reserved area.dwg | - All kifle ketema and kebele with r-oads |
| - A.A Density map.dwg | - A.A rivers and streams.dwg | - A.A Market Hierarchy.dwg |
| - A.A EEPCO line.dwg | - A.A SDAP plan.dwg | - A.A Transport network.dwg |
| - A.A Existing landuse.dwg | - A.A Sewerage line.dwg | - A.A Tele main lines.dwg |
| - A.A existing schools map.dwg | - A.A Social services.dwg | - A.A LDP renewal areas.dwg |
| - A.A green along river.dwg | - A.A strategic investment areas | - A.A Structural plan.dwg |
| - A.A Green layout.dwg | - A.A streams.dwg | - A.A Indsutry & Storage.dwg |

C. Encadrement et outils

1. Encadrement

L'encadrement a été assuré principalement par Mr Bernard Lortic, ingénieur en systèmes d'informations géographiques, télédétection et cartographie affecté à l'unité de recherche 'environnement urbain'.

2. Outils

Le logiciel Savane :

Développé par l'IRD, Savane est un système d'information géographique, permettant la gestion et l'exploitation de bases de données géographiques. Le programme est divisé en quatre modules :

- **Savateca**, est le module d'administration et de gestion de la base de données il gère la configuration du système global et l'ensemble de l'organisation de la base. Il permet de créer une base de données et d'intégrer des fichiers graphiques vectoriels, des fichiers images, et des fichiers de données descriptives associées dans un système géoréférencé.
- **Savamer**, est le module de géoréférencement utilisé pour la réalisation des calages et l'intégration d'images.
- **Savedit**, est le module de digitalisation des documents graphiques. Il permet la saisie vectorielle sur écran à partir d'un fond scanné et géoréférencé ainsi que la saisie et la modification de la topologie. Il autorise l'importation de documents provenant d'autres logiciels et il intègre une fonction de transformation de référentiel géographique.
- **Savane** est le module d'exploitation et de cartographie. C'est le principal module du système. De nombreux traitements de données peuvent être effectués facilement orientés vers l'analyse spatiale : sélections, croisements, mise en relation, regroupements ;

masques et tampons graphiques ; jointures et agrégation de données géographiques d'origines diverses ; requêtes et calculs sur les attributs, discrétisations etc... ainsi que la possibilité de faire de la cartographie d'édition (représentation graphique des résultats des requêtes).

Nous avons aussi travaillé sur le logiciel AutoCAD 2006 et Arc GIS 9 pour le nettoyage des fichiers et les conversions de format. Illustrator a été utilisé pour la réalisation du poster.

Des termes propres aux logiciels SIG et au logiciel Savane, pour certains, reviennent dans ce rapport, précisons en le sens :

Relation : Une relation correspond à une couche contenant un certain nombre d'objets de même thématique et de même topologie. Il y a trois topologies d'objets possibles : les zones, les lignes et les points.

Attributs (= champs) : ce sont les critères utilisés pour décrire les individus d'une relation.

Arcs : objets de type ligne.

Requête : procédure d'interrogation de la base de données.

Metadonnées : informations descriptives de la base de données.

II. Mise à jour et documentation de la base de données

Avant toute tentative d'analyse et de mise en perspective de la ville existante et de la ville planifiée, ou encore de calcul des sites potentiels d'implantation des équipements urbains, la première étape consiste à compléter la base 'addis' avec les données relatives à ces deux états : existant et planifié. Un certain nombre de données sur l'existant sont déjà présentes dans la base et le travail porte en premier lieu sur les données concernant la ville planifiée. Pour l'intégration des fichiers AutoCAD, il fallait essayer de trouver le cheminement le plus pratique tout en conservant au maximum la qualité des données. Différentes manières de traiter les fichiers ont été testées.

A. Intégration des plans du schéma directeur dans la base :

1. La démarche suivie pour l'intégration des nouveaux fichiers :

- ✓ choix des fichiers en concertation avec M. Shawul

La première étape du travail a été de faire une sélection des fichiers contenant les informations utiles pour les analyses ultérieures. M. Shawul nous a fourni une liste de fichier à intégrer avec une description rapide de chacun d'entre eux.

- ✓ étude des dessins et de la légende

Pour déterminer quelles informations extraire et comment organiser ces informations, se posait la question de comment structurer en une collection d'objets une donnée première de type dessin synthétique. Les cartes du schéma directeur sont des dessins représentant un thème

particulier et construites de façon à mettre en avant, rendre plus visible voir simplifier ou synthétiser ce thème. Dès lors, la démarche pour extraire de l'information géographique destinée à être intégrée dans un SIG à partir de ce type de plan soulève des questions. Quelles informations conserve-t-on ? Comment interpréter et structurer les dessins et les légendes associées pour en faire des collections d'objets géographiques ? Quelle est la justesse des informations contenues dans les plans ?

Alors qu'un SIG tend vers des données exactes géographiquement, les plans AutoCAD sont des dessins sans géo-localisation utilisés pour illustrer un thème de manière parfois schématique ou avec une symbologie. De plus, on a pu observer que chaque plan AutoCAD traite d'un thème mais n'est pas exclusivement consacré à ce thème. On retrouve des éléments repères comme par exemples les zones de centralité qui reviennent dans beaucoup de plans. Avant d'importer ces fichiers graphiques un travail de nettoyage a donc été nécessaire.

✓ Nettoyage et exportation

Le nettoyage se fait une première fois sous AutoCAD afin de ne conserver que les objets choisis. Il s'agit donc d'effacer : légendes, textes, cotes, symboles... Pour cela on a utilisé la fonction AutoCAD : Outils -> Sélection rapide. Elle permet de sélectionner des éléments selon une de leurs propriétés (couleur, appartenance au calque, type de ligne...) et ainsi d'épurer les plans assez rapidement.

Pour la conversion des fichiers AutoCAD vers le SIG, deux chemins ont été expérimentés :

- En passant par le format SHP avec ArcGIS On crée un fichier output Geodatabase dans ArcTool. Avec l'outil 'CAD to Geodatabase' aller chercher le fichier AutoCAD et lancer la conversion. Puis on convertit le fichier en Sshapefile avec la fonction 'Import Geodatabase to shapefile'. Enfin on importe le fichier SHP dans Savedit.

- En convertissant directement le plan en DXF à partir d'AutoCAD : fichier -> enregistrer sous -> Type de fichier : DXF AutoCAD R12/LT2

Ces deux méthodes aboutissant aux mêmes résultats en terme de qualité des données obtenues après conversion, nous avons principalement pratiqué la plus rapide c'est à dire la seconde.

Après ouverture du fichier dans Savedit un nouveau nettoyage s'impose. En effet, on a vu, parfois, suite à l'importation : le dédoublement de l'ensemble du plan avec chacun des deux dessins localisés en des endroits différents, des formes écrasées, des éléments isolés...

Pour les objets surfaciques, les zones doivent être correctement fermées. Pour cela, il faut les reprendre une à une, et les valider en tant que zone. Savedit comporte des fonctions utiles lors de ces opérations de nettoyages :

La suppression des arcs en double : Nettoyer -> supprimer les arcs en double / réunir les arcs jointifs / supprimer les arcs libres.

La suppression des arcs libres permet d'éliminer toutes les éléments n'appartenant pas à une zone : Nettoyer -> supprimer les arcs libres.

✓ recalage lorsque nécessaire

Le recalage se fait dans Savamer en utilisant des couches de référence telles que les parcelles ('parcels') et les routes ('roadsheet'). Souvent, il a suffit dans Savane de rajouter 10 000 000 de mètres en Y pour réajuster les éléments sur leurs coordonnées : Fichier -> Translation. Cela est dû au fait que le fichier AutoCAD était correctement géo-référencé et à une spécificité de Savane sur les coordonnées Y (en projection UTM le zéro est habituellement à l'équateur, dans Savane il est au pôle Sud).

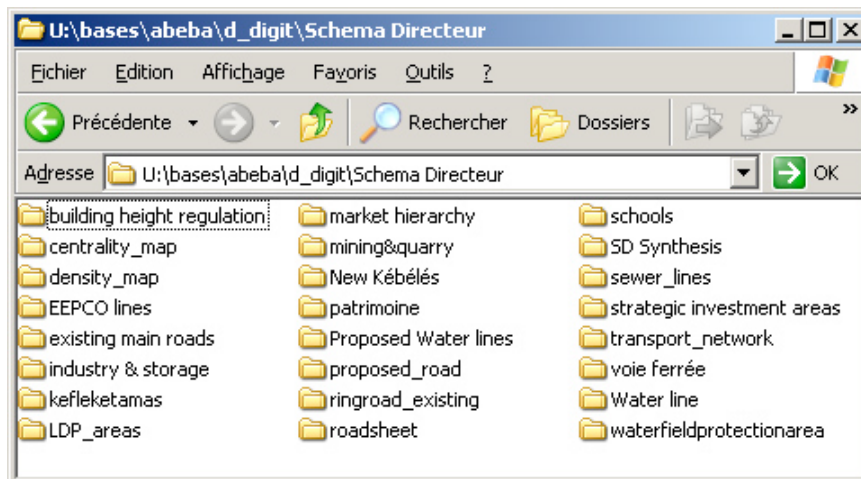
✓ Intégration sous Savane

Cette procédure permet :

- d'intégrer la couche créée dans la base de données 'addis'
- de joindre le fichier .txt de données au fichier d'objets géographiques.

Dans Savateca la procédure est la suivante : Schéma -> Relation -> Créer. Puis on crée les attributs. Enfin, on intègre les objets et les valeurs.

Les fichiers ont été placés dans le répertoire Schéma Directeur (chemin d'accès : Abeba \ d_digit \ Schema Directeur). Ils sont classés dans des sous-répertoires par thématique. On a gardé pour chaque thématique les fichiers AutoCAD nettoyés, les fichiers DXF et les fichiers Savedit. Les fichiers de données .txt sont également stockés à cet emplacement.



Répertoires contenant les nouveaux fichiers intégrés

2. difficultés techniques rencontrées

Au cours du stage nous avons été confronté a des difficultés d'ordre logique et d'ordre technique. Comme nous l'avons dit, les dessins AutoCAD ne sont pas des données brutes mais des données ayant subit un traitement pour faciliter leur compréhension. Par ailleurs et sur un plan plus technique, la conversion de fichiers en format .dwg vers des fichiers en format .car ou .shp par le format passerelle .dxf pose de problèmes : dédoublement, déformation des

éléments graphiques d'origine, souvent les arcs sont doubles mais pas parfaitement superposés, les zones ne sont pas fermées... Présence de nombreux éléments parasites : textes, cotes, symboles, hachures, fichiers en référence...

Quelques problèmes relevés :

- zones qui ont deux fonctions à la fois (ex : couche centralité pour l' « *area reserved for future extension of main center* »).
- utilisation de symboles pour les vannes, embranchements, flèches pour le sens d'écoulement, ronds pour les écoles...
- variation taille sans rapport avec le diamètre mais utilisée pour différencier le type de canalisation (d'égouts)
- juxtaposition d'une canalisation unique (c'est à dire dédoublement alors qu'il n'en existe qu'une) qui est à la fois existante mais qui doit être transformée...
- dessins parfois approximatifs
- même zone ayant plusieurs destinations différentes selon les plans (ex : sub center / main center)
- légendes confuses et mal construites
- informations incomplètes des plans : certains gabarits de routes ne sont pas répertoriés (PS* ...). Dans ce cas, quelle largeur leur attribuer ?
- beaucoup de zones débordaient les unes sur les autres avec des contours dédoublés : comment savoir lequel des deux contours supprimer.
- les corridors commerciaux qui doivent, en théorie, faire 100 m de part et d'autre de certaines routes principales, font soit plus, soit moins sur les plans AutoCAD. De plus, leur positionnement par rapport au boulevard périphérique est imprécis. La question est alors de savoir si ces variations de largeurs par rapport à celles définies dans les normes du schéma directeur sont délibérées (en raison par exemple d'un parcellaire, d'un relief particulier) ou involontaires.

Tous ces questionnements auxquels nous avons été confrontés font apparaître les difficultés posées par la traduction des cartes du schéma directeur en données géo référencées. Par ailleurs, le passage en données SIG de fichiers dessins met en exergue toutes les imperfections de ces derniers : imperfections des tracés ou incohérences au niveau de la thématique des légendes (sewer line, transport network).

Cependant, les manières de traiter ces incohérences ont été à chaque fois discutées avec M. Shawul et B. Lortic, de telle sorte qu'elles ont pu être corrigées ou au moins signalées. La justesse géographique des nouvelles relations intégrées a été systématiquement vérifiée sur les relations de référence : '*parcels*' et '*roadsheet*'. Les résultats d'intégration des plans AutoCAD sont globalement satisfaisant, on ne peut prétendre à l'exactitude parfaite des

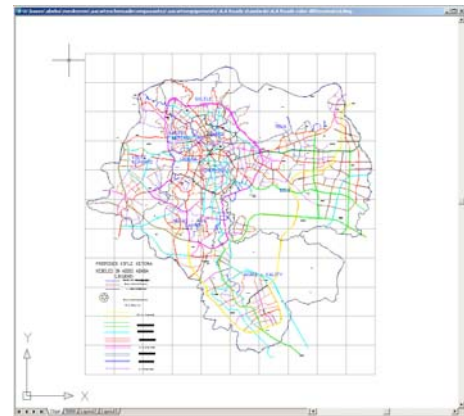
données par rapport aux fichiers sources (ayant eux-mêmes, de toutes manières, une justesse à mettre au conditionnelle). Il convient donc d'intégrer la possibilité d'une certaine marge d'erreur.

B. Exemples d'intégrations :

Nous allons traiter deux exemples pour illustrer la procédure d'intégration des fichiers en détaillant les problèmes et choix auxquels nous avons été confrontés.

1. Les routes proposées :

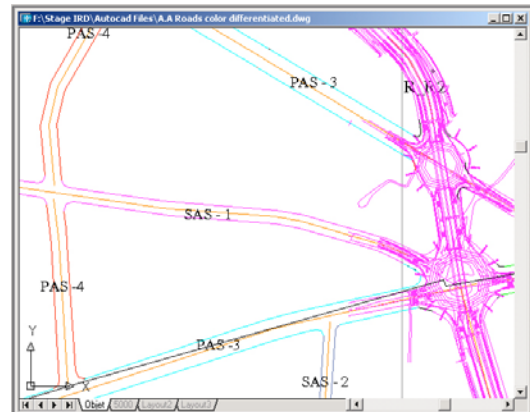
Le fichier source des routes proposées se nomme : 'proposed road.dwg'. Le fichier AutoCAD représente les routes telles qu'elles devront être après leur mise à niveau selon les gabarits définis par le schéma directeur. La légende distingue huit catégories de routes avec des largeurs différentes. Chaque type de route est dessiné avec une couleur. Graphiquement, les tronçons routiers sont constitués des segments représentant les côtés de la route ('side lines') et de segments tous en couleur marron, matérialisant l'axe routier central ('center line').



Fichier source des routes proposées

Quelles données alphanumériques extraire ?

L'information importante à conserver est la largeur et le type des routes. On trouve ces informations dans la légende. Les différents types de routes et leurs largeurs respectives sont : PAS-1 (60 m), PAS-2 (50 m), PAS-3 (40 m), PAS-4 (30 m), SAS-1 (25 m), SAS-2 (20 m), CS-1 (15 m), CS-2 (20 m). PAS, SAS et CS signifient 'principal arterial street', 'sub arterial street' et 'collector street'. Certaines catégories de routes précisées sur le tracé ne le sont pas dans la légende : CS-3 (25 m), CS-4 (30 m), CS* et PAS-0 (largeur spécifique).



Diversité des éléments graphiques : bordures, lignes axiales, boulevard périphérique, code des gabarits...

On peut en déduire les attributs à créer pour chaque individu :

- une clé unique
- le type du gabarit
- la largeur

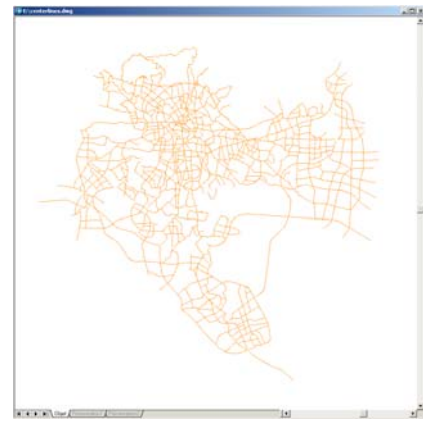
Quelles éléments géographiques exporter ?

Ici deux solutions étaient envisageables dans la mesure où le but est de pouvoir effectuer des analyses à partir de l'emprise des routes. :

- exporter les bordures des routes dans une relation de type zone ou ligne.
- exporter les lignes représentant l'axe central routier dans une relation de type ligne.

La création de zones à partir des bordures des routes suppose un travail fastidieux de fermeture des zones. De plus, une première exportation du fichier avec les bordures des routes, a révélé d'importantes disparitions ou transformations de lignes en pointillés.

La seconde option est retenue car elle permet de diviser par deux le nombre d'objets à renseigner (par rapport à une exportation des deux bordures) tout en offrant les mêmes possibilités de calculs de largeurs (en utilisant la fonction tampon).



Plan après nettoyage

Avant d'exporter le fichier en DXF à partir d'AutoCAD un nettoyage est nécessaire pour isoler les éléments à intégrer. On supprime le quadrillage, les limites administratives, les noms des Kifle Ketema, tous les éléments de type texte et la légende. Il s'agit de ne garder que les objets graphiques intéressants, en l'occurrence, ici, les lignes centres.

Le boulevard périphérique est représenté dans sa totalité sur le dessin avec plusieurs dizaines de milliers d'éléments graphiques indépendants. Cette configuration interdit une exportation en l'état. A la différence des autres routes, la route périphérique n'a pas sur le plan de 'center line' continue correctement tracée.

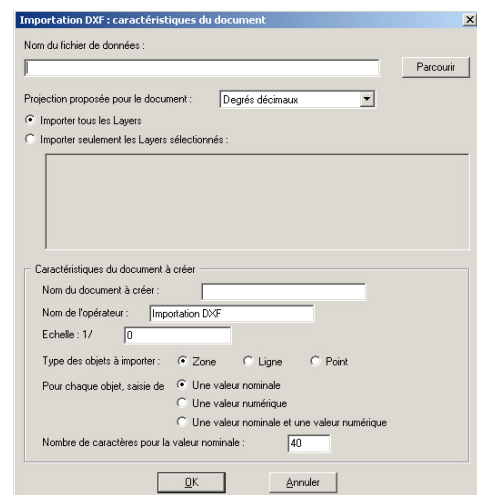
Il faut donc la supprimer complètement puis la redessiner dans Savedit selon une ligne centre en utilisant une couche 'ring road' déjà existante dans le SIG. Le travail de nettoyage est facilité par les fonctionnalités d'AutoCAD. Il est en effet possible de procéder à des sélections automatiques d'objets selon leurs propriétés telles que le calque d'appartenance, le type de ligne, d'objet ou encore la couleur (Outils => Sélection rapide).

L'exportation :

Le fichier est enregistré en DXF à partir d'AutoCAD : Fichier => Enregistrer Sous => DXF AutoCAD RT12/LT2.

Puis on l'importe dans Savedit : Fichier => importer => DXF.

On précise alors la projection du document et la topologie des objets que l'on importe c'est à dire que l'on indique si il s'agit d'objets surfaciques (zones), linéaires (lignes) ou ponctuels (points).



Recalage :

Comme plusieurs des fichiers récupérés auprès du schéma directeur les routes proposées étaient déjà correctement calées sous AutoCAD. Seule une translation en Y de 10 000 000 de mètres s'avère alors nécessaire dans Savedit : Fichiers -> translation.

Une fois le fichier importé et ouvert dans Savedit il est nécessaire d'y apporter de nouvelles corrections. On se retrouve face aux problèmes récurrents et intrinsèques² à la conversion de fichiers AutoCAD vers des formats SIG : disparitions de lignes, transformation de lignes continues en lignes pointillées... Autre problème venant du fichier source : de nombreuses lignes se superposent à l'endroit des intersections. Cela pose un problème dans la logique des SIG où dans une même couche un point / une ligne / une surface ne peut avoir deux identités différentes.

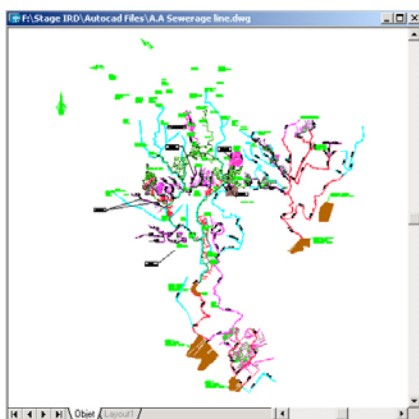
Les tronçons manquants sont redessinés d'après le plan AutoCAD de départ et en s'appuyant sur la couche 'roadsheet' qui contient l'ensemble des chemins et routes d'Addis Abeba (daté de 1994). Les lignes pointillées sont reliées entres-elles manuellement et des points sont posés à l'endroit où les lignes se superposent pour les transformer en objets distincts.

Le codage :

Dans Savedit les 772 lignes sont affectées d'une clé unique constituée d'un numéro à quatre chiffres. Le codage se fait de la manière suivante : clic droit sur l'élément graphique => modifier puis inscription de la clé numérique.

En parallèle, un fichier .txt avec les données attributaires est créé. Il comprend donc une colonne pour la clé unique, une colonne pour le type de gabarit et une colonne pour la largeur de la route. L'étape finale est l'intégration des fichiers graphique et de données en une relation avec Savateca.

2. Exemple des réseaux d'égout :



Le fichier des égouts fut particulièrement complexe à traiter : ce fichier représente à la fois le réseau d'égouts en place et le réseau d'égout qui doit être construit dans les années à venir. Le dessin est très riche en éléments de toutes sortes : textes, symboles, chiffres, lignes de différentes épaisseurs, polygones représentant les usines de traitement...



² Il semble que la conversion des fichiers AutoCAD en fichiers SIG soit toujours problématique.

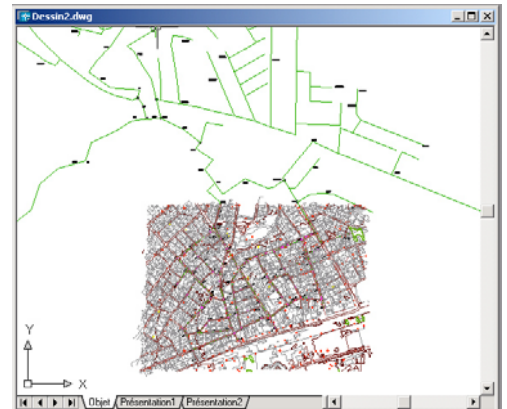
La légende distingue :

Le réseau d'égouts existants ('existing sewer lines'), le réseau proposé ('proposed sewer lines'), lignes secondaires et latérales ('secondary lines and laterals'), les étapes de constructions prévues ('proposed stage 1 / 2'), usine de traitement ('treatment plant').

Quelles informations extraire et comment les structurer ?

Ici deux couches différentes ont été créées, l'une dédiée au réseau existant l'autre au réseau planifié. Il a été décidé de garder des informations telles que le diamètre des canalisations et les étapes d'installations prévues.

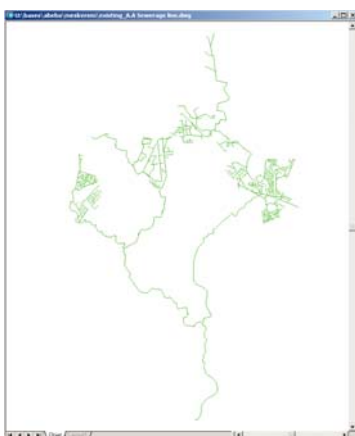
Cela suppose d'isoler sur un plan les conduites existantes et sur un autre plan les conduites planifiées. Les conduites existantes sont réunies en un bloc c'est à dire qu'elles sont considérées comme un élément solidaire notamment lorsque on les sélectionne. Des éléments parasites sont aussi attachés à ce même bloc. Il y a les diamètres des canalisations, des flèches indiquant le sens d'écoulement, diverses cotes et un morceau du tracé du bâti. Pour se débarrasser de ces dessins il faut décomposer le bloc qui rend tous ces éléments solidaires entre eux :



Eléments parasites à supprimer

Double clic sur le bloc -> ouverture de l'éditeur de blocs -> Modification -> Décomposer. Ensuite il est possible de faire un nettoyage en utilisant la fonction Outils -> Sélection rapide.

Une fois le nettoyage effectué : sélection du dessin -> Copier -> Coller vers les coordonnées d'origine dans un nouveau document.



Le réseau d'égout existant après nettoyage sous AutoCAD

L'étape suivante est l'exportation en DXF puis l'importation de ce fichier DXF sous Savedit. On l'enregistre en format Savedit puis on le recalcule sous Savamer sur la relation 'roadsheet' en utilisant trois points d'ancrage.

Le codage consiste à donner une clé identifiant chaque canalisation d'égout afin de pouvoir y attacher les valeurs des diamètres et les phases de pose dans le fichier de données correspondant. Les mêmes étapes ont été suivies pour intégrer le réseau d'égouts planifié.

C. Documentation de la base de données

Le dictionnaire de la base³ comprend la description du contenu thématique de chaque relation, un aperçu graphique de l'emprise et de la nature des données, et enfin un tableau de métadonnées sur l'auteur, les sources des données, les conditions d'acquisition, l'échelle, la qualité des données, les transformations de format et le recalage effectué. La complétude du dictionnaire se fait manuellement en éditant la page html.

Pour chaque relation la fiche donne :

- une définition des données de la relation
- le type de données (lignes, points, polygones, mosaïque), le nombre d'attributs et le nombre d'éléments
- la liste des attributs (nom et type : nominal, entier, réel, RCB...)
- un aperçu de la relation par une représentation cartographique
- un tableau de métadonnées relatives aux sources des données et à leur qualité

Les nouvelles relations intégrées au cours de ce stage ont été classées selon trois thématiques dans le dictionnaire de la base :

Infrastructures
Planification
Patrimoine

³ http://www.bondy.ird.fr/cvd/mohamed_2004/Site/Ird/base_addis/schematic_content_ADDIS.html

Relation (layer) schéma_directeur

Synthèse du Schéma directeur de 2003

[Return to summary](#)

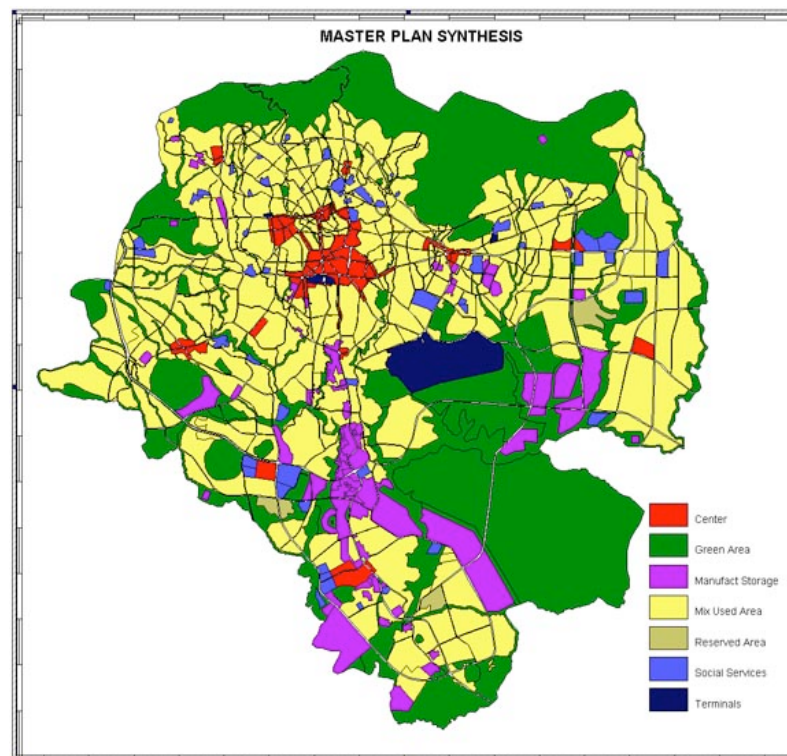
Type : Polygons , 4 attributs 978 tuples

Clé, Type : Nominal

Code, Type : Nominal, code à deux chiffres décrivant la fonction détaillée de la zone (BA = existing mixed used area, EA = proposed mixed used area, MC = main center, SC = sub center, F = forest, GR = green along rivers, P = park, MA = agriculture, e. HE = existing higher education, p. HE = proposed higher education, e. H = existing hospital, p. H = proposed hospital, e. S = existing stadium, p. S = proposed stadium, e. FS = existing festival site, p. FS = proposed festival site, e. C = existing cemetery, p. C = proposed cemetery, p. SH = proposed slaughter – house, e. IS = existing industry & storage, p. IS = proposed industry & storage, e. TP = existing treatment plant, p. TP = proposed treatment plant, PT = terminal, AP = terminal airport, RA = reserved area, FT = freight terminal, RD = rail depot, LS = landfill site)

Major Land Use, Type : Nominal, description de la fonction générale de la zone d'après les 7 grandes thématiques d'utilisation du sol (Mix use area, Center, Green Area, Manufacturing and storage, Social services, Terminals, Reserved area)

Fonctions, Type : Nominal, cet attribut = détail du code à 2 chiffres (attribut 'code')



Name of "integrator"	Guillaume Hallier. Le 30 Août 2005
Name of draft's man	NA

Sources	« A. A Structural plan .dwg » Policy Study & Planning Commission via Meskerem
sources scale	
Acquisition mode	Autocad
Mode de collecte des données attributaires	NA
Numerisation scale	NA
Scale of use	?
Précision du recalage	Recalage trois points sous Savamer sur la relation 'kébélés'
Transformations de format subies	Conversion en '.dxf' puis importation en '.car' dans SAVEDIT.
Remarks	Très nombreuses corrections effectuées : arcs en doubles, fermeture des zones. De plus corrections de codages (vocation des zones). Attribution pour chaque zone d'un identifiant unique avec la description de ses fonctions. La source des informations est la légende du fichier 'A.A Structure Plan.dwg'.

[Return to summary](#)

III. Exemples d'exploitation de la base de données : calcul des sites d'implantation des équipements urbains

Il est possible d'interroger les données de la base selon plusieurs opérations en fonction de critères spatiaux et/ou en faisant appel aux données alphanumériques, on parle de requêtes. Dans le cas présent la formulation de requêtes va permettre de calculer les lieux géographiques les plus appropriés pour l'implantation des équipements urbains en fonction des paramètres définis par ' le guide de standards et de normes de la planification urbaine '.

Dans ce guide, les services urbains sont regroupés par grandes catégories : marchés et commerces, sièges administratifs, services d'éducation, de santé, centres sportifs, environnement... Les conditions de localisation communes à chacune de ces catégories sont définies de manière globale : type de zonage auquel le service doit appartenir, activités incompatibles... Puis au sein de chaque catégorie des normes précises d'implantation sont indiquées en fonction de la nature et du niveau de service (population desservie) : superficie requise, rayon de service, nombre d'étages, accessibilité par rapport aux routes collectrices... Nous allons ici traiter de l'exemple des services d'éducation et des terrains de jeux pour présenter un aperçu des possibilités d'utilisation des données contenues dans la base. Cependant, le nombre de variables mobilisables est important et les requêtes peuvent se faire à toutes les échelles de la ville : du découpage administratif le plus petit (les Kebele) aux limites administrative de la ville en passant par les arrondissements (Kifle Ketema).

A. Calculs des sites d'implantations potentiels des services d'éducation

1. Selon les normes communes à tous les services d'éducation

Les services d'éducation comprennent : crèches, jardins d'enfants, écoles primaires, écoles secondaires, établissements d'enseignement supérieur. Leur implantation est définie par des normes qui leurs sont communes :

« les services d'éducation sont liés à l'Usage Mixte (résidences et activités), à la centralité (espaces à dominantes administratives et commerciales) et à des équipements sportifs, mais éloignés d'au moins 100 m des industries et des activités polluantes, des hôpitaux et des points de collecte d'ordures »⁴.

La traduction de ces normes en contraintes spatiales donne :

- appartenance aux zones à usage mixte (*BA* et *EA*) et zones de centralité (*Centrality*)
- éloignement d'au moins 100 m des routes principales (*PAS* et *SAS*)
- éloignement d'au moins 100 m des hôpitaux
- éloignement d'au moins 100 m des activités polluantes et des industries

⁴ « Guide de standards et normes de planification urbaine »

- éloignement d'au moins 100 m des points de collecte d'ordures
- éloignement d'au moins 100 m des marchés
- à proximité des terrains de sports

Pour exécuter ces contraintes dans le SIG nous avons besoin des couches avec les thématiques du zonage fonctionnel (*schéma_directeur*), des routes proposées (*proposed_road*), des marchés (*market_hierarchy*), du périphérique existant (*ringroad_exsting*) et des règles de hauteurs des constructions (*building_height*).

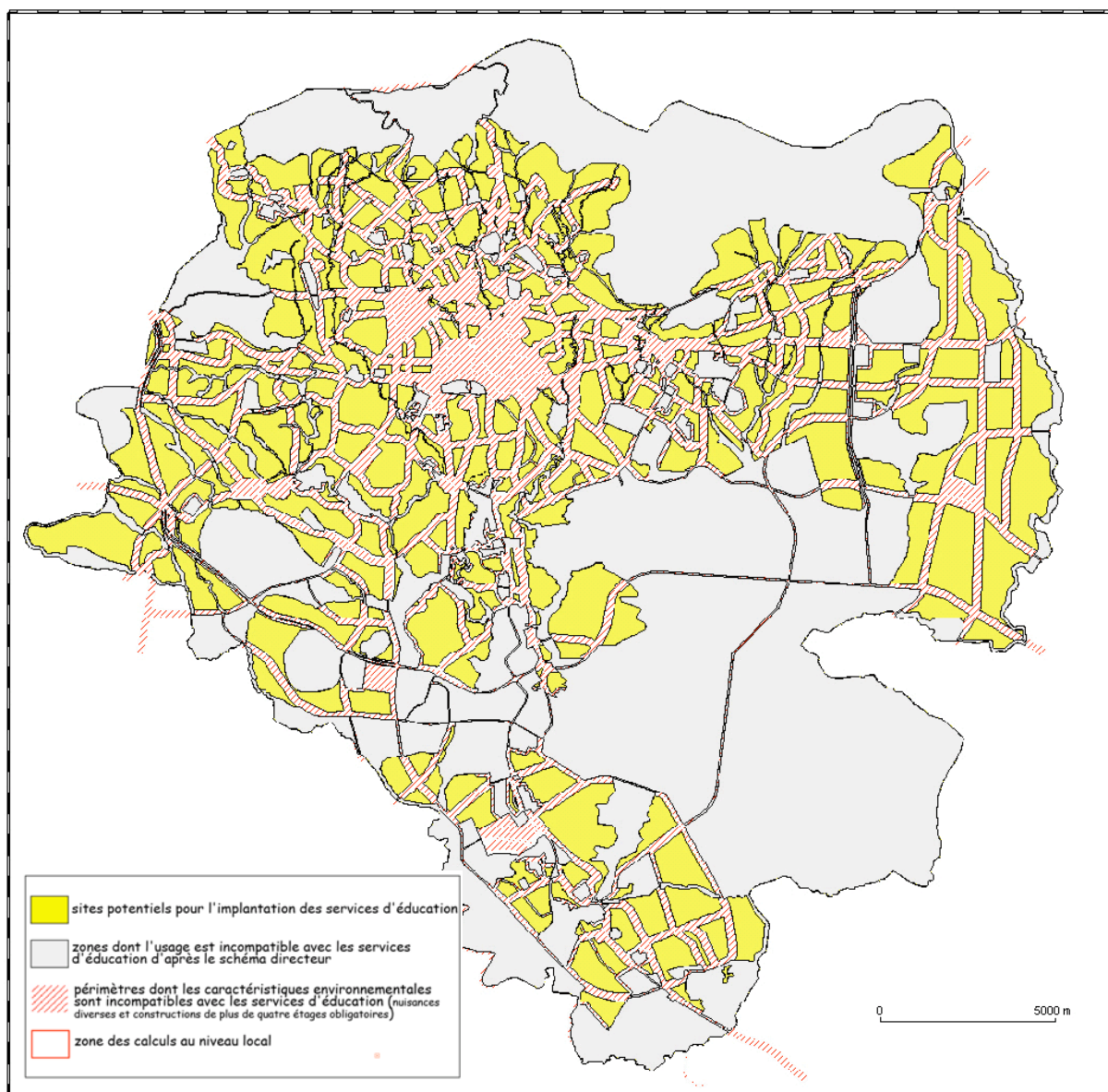
Elaboration d'une série de requêtes dans le SIG :

Les périmètres d'exclusion sont créés avec des tampons (fonction '*mask*' dans Savane). Présentons le détail de construction de requêtes pour l'exécution de chaque contrainte :

- Exclusion des zones '*BA*', '*EA*' et '*Centrality*' : quest => sur la relation '*schéma_directeur*', restreindre par exclusion des individus zones d'attribut '*Major Land Use*' et de valeur '*Mix Use Area*' et '*Center*'
 - Masque de 100 m autour des industries (existantes et proposées) : quest => sur la relation schéma directeur => restreindre par sélection des individus zones ayant la valeur '*e. IS*' et '*p. IS*' pour l'attribut '*code*' puis mask 100 m => sur objets relation réduite
 - Masque de 100 m autour des hôpitaux (existants et proposés) : quest => sur la relation schéma directeur, restreindre par sélection des individus ayant la valeur '*e. H*' et '*p. H*' pour l'attribut '*code*'. Puis mask 100 m => sur objets relation réduite.
 - Masque de 100 m autour des marchés :mask 100 m => sur objets de la relation '*market_hierarchy*'.
 - Masque de 100 m autour des routes principales : quest => sur la relation *proposed_road*, restreindre par sélection des individus ayant la valeur '*PAS-1*' pour l'attribut '*code*'
mask 100 m + 60 m / 2 (largeur de la route) => sur objets relation réduite
- On applique la même requête pour toutes les types de routes principales : *PAS-2*, *PAS-3*, *PAS-4* et *SAS-1*, *SAS-2*. Puis on concatène toutes ces requêtes en une macro baptisée '*road_gabarit*'.
- Masque de 100 m autour de la route périphérique :mask 100 m => sur objet de la relation '*ringroad_exsting*'

La dernière étape a été d'ajouter tous les masques créés puis de faire une inversion du masque obtenu, on obtient alors un masque représentant les zones pouvant accueillir les services d'éducation (en jaune sur la carte).

Sites potentiels d'implantation pour de nouveaux services d'éducation



Carte réalisée avec Savane

Les zones potentiels pour l'implantation des services d'éducation représentent environ un tiers de l'espace administratif de la ville.

2. Calculs au niveau local selon les normes propres à chaque type de service d'éducation : exemple des écoles primaires et secondaires

La zone d'étude sélectionnée pour le niveau local est l'arrondissement numéro deux dénommé Addis Ketema. Les contraintes d'implantation pour chaque type de service d'éducation (crèches, jardins d'enfants, écoles primaire...) sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Symbole	Niveau de service	Superficie requise	Rayon de service	Population servie	Typologie	Localisation
SSe-5	Crèche	70 à 175 m ²	Moins de 400 m	Jusqu'à 100 enfants	1 étage	<ul style="list-style-type: none"> - Au moins 10 par Kebele et à distance de marche - A proximité des jardins d'enfants et lié à l'Usage Mixte et aux centres d'emploi
SSe-4	Jardin D'enfants	500 à 3000 m ²	Moins de 1 km	Jusqu'à 1000	1 étage	<ul style="list-style-type: none"> - Au moins 2 par Kebele et à distance de marche
SSe-3	Education primaire	1500 à 2000 m ²	Moins de 3km	Jusqu'à 5000	1 à 3 étages	<ul style="list-style-type: none"> - Au moins 1 par Woreda et à distance de marche - Le long de routes collectrices
Sse-2	Education secondaire	3000 à 6000 m ²	3 à 5 km	Jusqu'à 5000	1 à 4 étages	<ul style="list-style-type: none"> - Au moins 2 par Zone et à proximité des transports publics, le long de routes collectrices
Sse-1	Enseignement supérieur	3 à 6 ha	3 à 5 km	Jusqu'à 1500	2 à 5 étages	<ul style="list-style-type: none"> - Au moins 1 dans la ville à proximité des transports publics, le long de routes collectrices

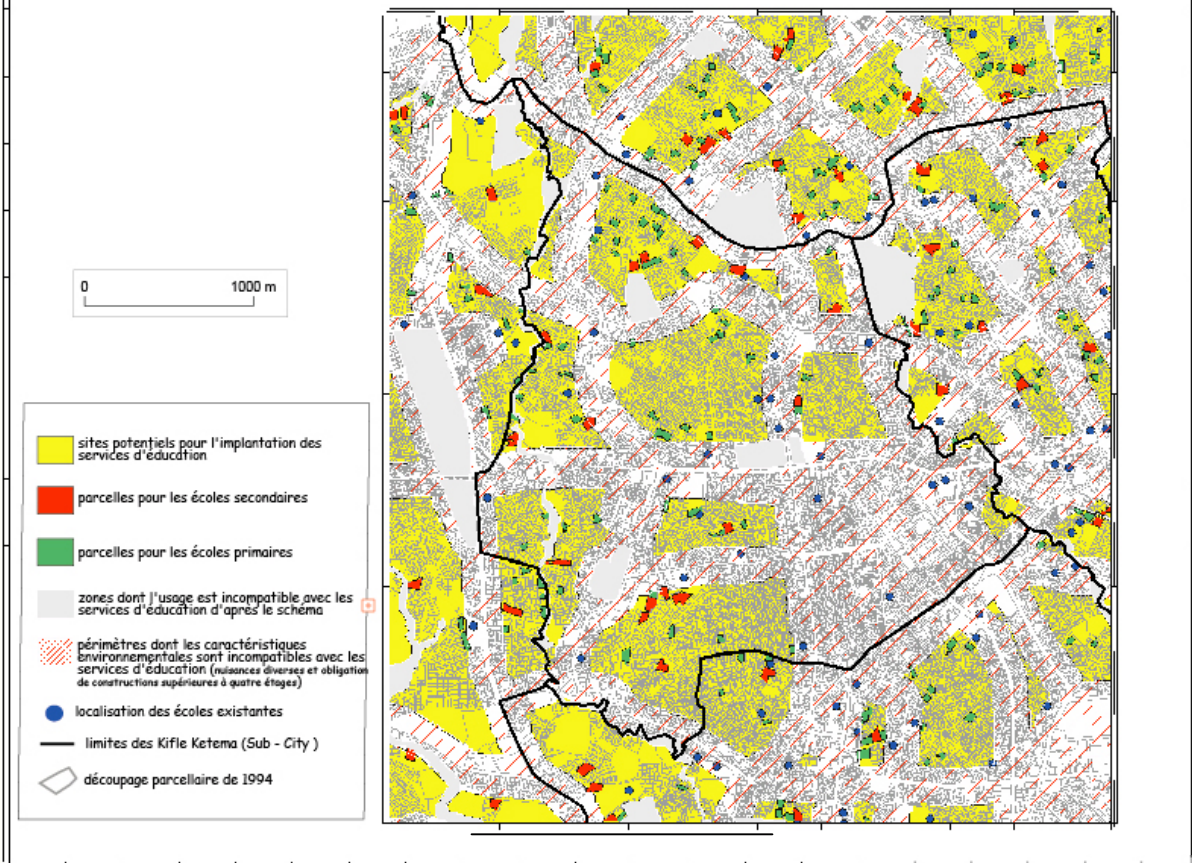
La contrainte 'superficie requise' peut se traduire en requête numérique sur la relation parcelle (*parcels*) :

Les parcelles accueillant les écoles primaires doivent faire de 1500 à 2000 m²

Les parcelles accueillant les écoles secondaires doivent faire de 3000 à 6000 m²

La procédure d'interrogation de la relation parcelle sous Savane est la suivante : Calcul des superficie des parcelles : sur la relation '*parcels*' -> *cris* -> *surface parcelles*. Puis on demande une restriction sur les parcelles ayant les superficies requises : *quest* -> *restreindre* -> par formules -> '*v[surface] >= 1500 and v[surface] <= 3000*'. Ces parcelles sont en vert sur la carte qui suit. On fait de même pour les parcelles de 3000 à 6000 m², qui sont colorées en rouge sur la carte.

Sites potentiels d'implantation pour de nouvelles écoles primaires et secondaires



Le résultat de la requête montre 45 sites potentiels pour l'implantation des écoles primaires et 17 sites possibles pour l'implantation des écoles secondaires.

3. Croisement avec les données démographiques et les écoles déjà existantes⁵ :

Nous allons estimer la population en âge d'assister à l'école primaire et secondaire dans la zone d'étude. Puis, en fonction du nombre d'écoles déjà existantes, nous en déduisons le nombre d'écoles nouvelles nécessaires.

L'éducation primaire concerne les enfants de 7 à 14 ans et comprend les cycles de niveaux 1 à 8. L'éducation secondaire concerne les enfants de 15 ans et plus. Elle comprend les cycles de niveaux 9 à 12.

Calcul du nombre de personnes en âge d'aller à l'école dans le Kifile Ketema n°2 (Addis Ketema) :

Nous ne disposons pas des données de population par classe d'âge de 2004 (dernier recensement). Pour faire une estimation, nous avons pris la part des enfants de 7 à 14 ans et de 15 à 18 ans en 1994 à l'échelle de la ville :

Le nombre des 7 – 14 ans selon le recensement de 1994 au niveau de la ville (urban area) est de 411 458 individus.

⁵ Tous les chiffres proviennent du recensement de 1994

Le nombre des 14 – 18 ans selon le recensement de 1994 au niveau de la ville (urban area) est de 277421 individus.

Ces valeurs représentent respectivement 19,74 % et 13,3 % de la population totale (zone urbaine).

Puis nous avons appliqué ces taux à la population de l'arrondissement n°2 :

Cela donne : $320389 \times 0,1974 = 63244,7886$ enfants âgés de 7 à 14 ans

$320389 \times 0,133 = 42611,737$ enfants âgés de 14 à 18 ans

Selon les estimations de croissance de la population entre 1994 et 2004 (38%), cet arrondissement a atteint $320389 \times 1,38 = 442136,82$ habitants. En considérant que les proportions sont restées les mêmes depuis 1994, il est possible de déduire le nombre d'individus en âge d'assister aux écoles primaires et secondaires en 2004 :

$442136,82 \times 0,1974 = 87278$ enfants âgés de 7 à 14 ans

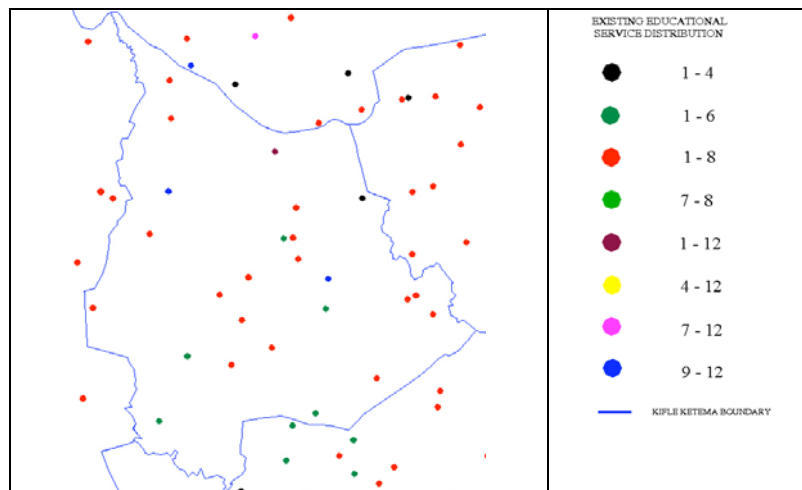
$442136,82 \times 0,133 = 58804$ enfants âgés de 14 à 18 ans

Les normes indiquent une population maximale de 5000 individus pour les écoles primaires et secondaires. A partir des chiffres obtenus cela suppose un besoin en 2004 de :

$87278/5000 = 17$ écoles primaires

$58804/5000 = 12$ écoles secondaires

Nombre d'écoles actuellement dans l'arrondissement de Addis Ketema :



D'après le fichier AutoCAD des écoles existantes

Nombre d'écoles existantes par niveau dans ce périmètre :

Niveau	Ecole primaire	Ecole secondaire	Nombre d'écoles	Nombre actuel théorique d'élèves accueillis par école ⁶ :	Nombre d'élèves à l'échelle du Kifile Ketema dans les écoles primaires et secondaires
1 - 4	X		1	2500	2500 (2500x1)
1 - 6	X		5	3750	18750 (3750x5)
1 - 8	X		16	5000	80000 (5000x16)
1 - 12	X	X	1	10 000	5000 et 5000
9 - 12		X	2	5000	10000 (5000x2)
					Total : 106250 et 15000

Il y a donc environ 21 écoles primaires (106250/5000) et 3 écoles secondaires (15000/5000). Le déficit en écoles secondaires est alors théoriquement de 9 alors que le besoin en écoles primaires est assuré.

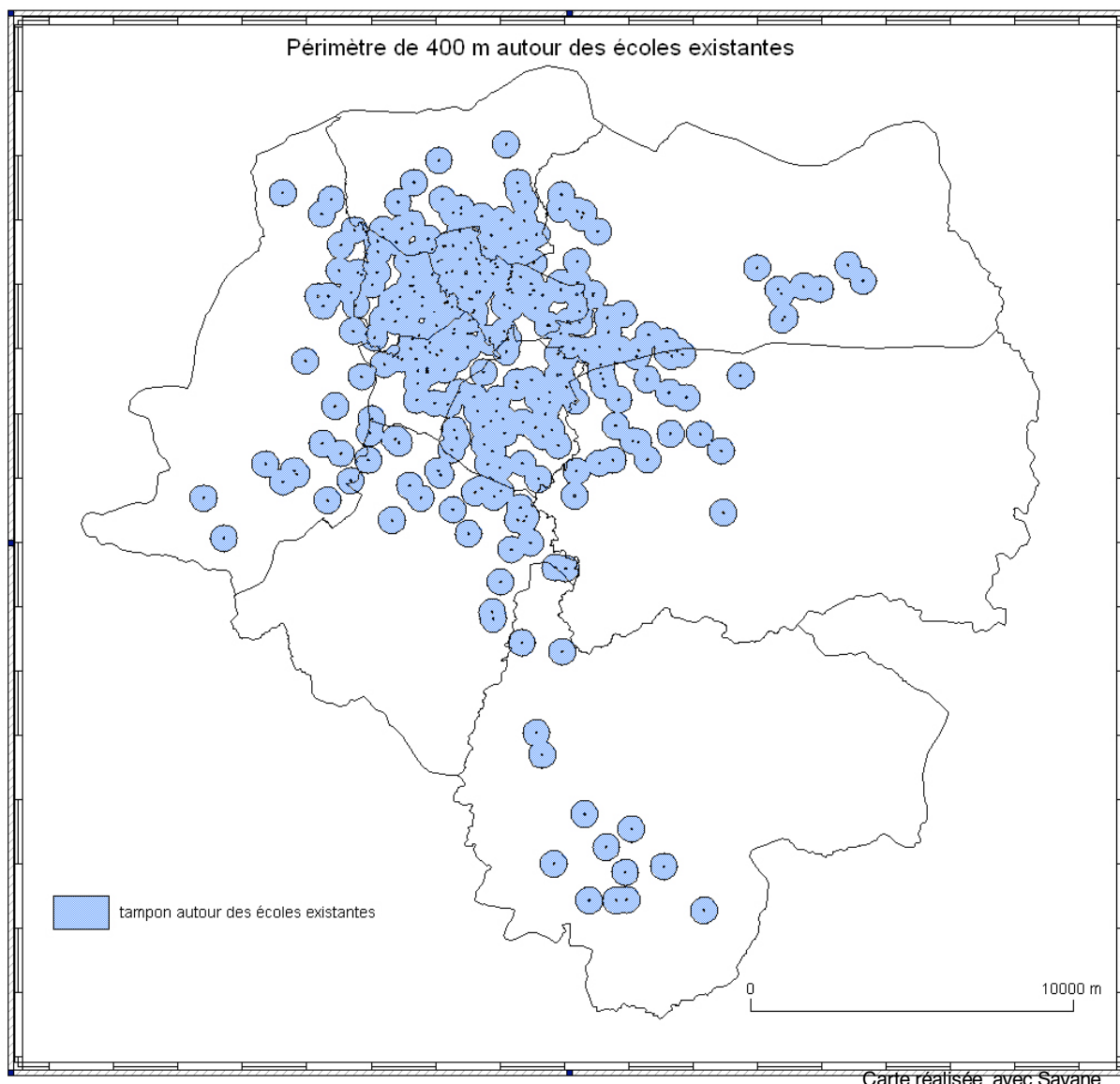
Analyse :

Le résultat de la requête sur les écoles secondaires propose 17 sites (parcelles) possibles pour l'implantation des écoles secondaires. Ces parcelles sont à peu près équitablement réparties dans la zone. Il serait possible de s'appuyer sur ces résultats pour implanter les écoles secondaires manquantes, sous réserve de la disponibilité des parcelles retenues.

B. Calculs des sites d'implantations potentiels des terrains de jeux

Les terrains de jeux font partie de la catégorie des équipements sportifs. Leurs conditions d'implantation au niveau global sont les mêmes que celles des services d'éducation : éloignement de 100 m des activités et infrastructures génératrices de nuisance, appartenance aux zones à Usage mixte, aux zones centrales du schéma directeur... Ils doivent, en plus, se trouver à distance de marche des écoles existantes, c'est à dire dans un rayon de 400 mètres et peuvent être implantés dans les zones du schéma directeur réservées aux parcs. Pour déterminer leurs sites potentiels d'implantation nous avons d'abord créé un tampon de 400 mètres autour des écoles existantes.

⁶ selon les normes une école avec niveaux de 1 à 8 (école primaire) peut accueillir jusqu'à 5000 élèves. Idem pour les écoles de niveaux 9 à 12 (école secondaire).

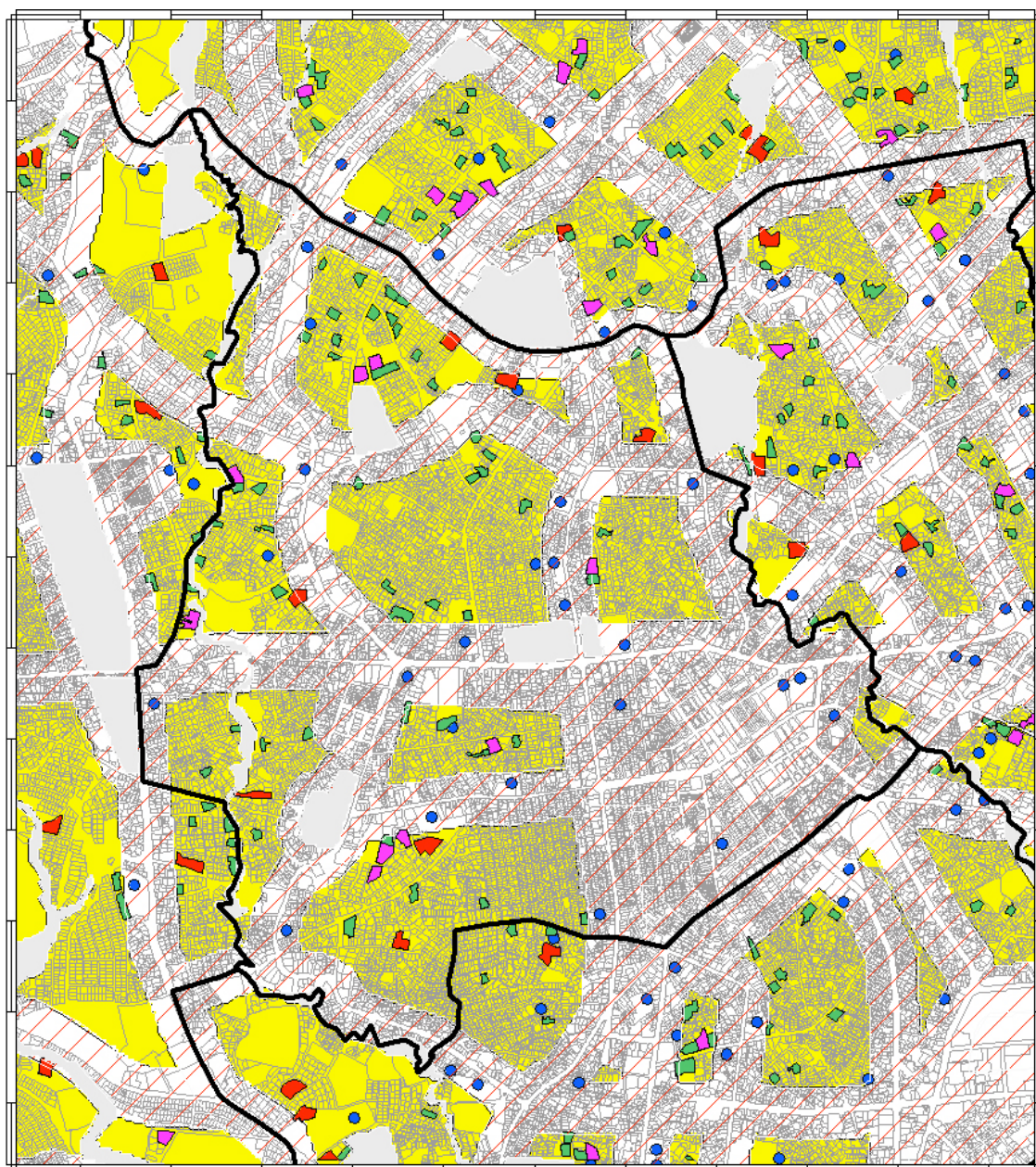


Puis, toujours sur l'exemple de l'arrondissement n°2, nous avons exécuté une requête traduisant les contraintes de taille des parcelles pour les terrains de jeux. Enfin, une restriction par masques (périmètre de 400 m autour des écoles existantes, diverses zones d'exclusion) a été opérée.

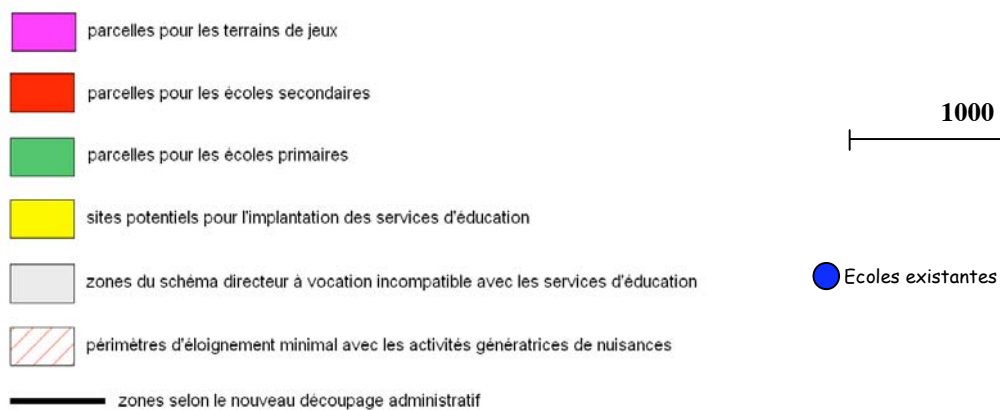
Symbole	Niveau de service	Superficie requise	Rayon de service	Population servie	Typologie	Localisation
SScse-2	Terrain de jeu	3000 à 4200 m ²	400 m	Jusqu'à 5000 enfants	-	<ul style="list-style-type: none"> - Au moins 2 - 4 par Kebelé et à distance de marche - A distance de marche

Sur la carte qui suit, nous avons délibérément laissé le résultats des deux requêtes précédentes (sur les écoles primaires et secondaires) car la proximité avec les écoles (existantes comme projetées) est un paramètre à prendre en compte pour l'implantation. D'après les normes (tableau ci-dessus), les parcelles pour les terrains de jeux doivent faire entre 3000 et 4200 m². Rappelons que les parcelles pour les écoles secondaires doivent faire de 3000 à 6000 m². Il y a donc une superposition inévitable du résultat des deux requêtes sur les parcelles mesurant entre 3000 et 4200 m². Autrement dit, toutes les parcelles aptes à accueillir les terrains de jeux, le sont aussi pour les écoles secondaires.

Sites potentiels d'implantation des terrains de jeux



Carte réalisée avec Savane



Neuf parcelles sont proposées pour les terrains de jeux. L'intérêt de grouper le résultat de plusieurs requêtes sur des services différents mais devant autant que possible être proches, en l'occurrence, ici écoles et terrains de sport, est de proposer des configurations optimales d'implantation. Par exemple, on a dans plusieurs cas des parcelles pour les terrains de jeux

qui touchent des parcelles proposées pour les écoles primaires ou secondaires et même dans un cas proche des deux à la fois.

C. Bilan, approche critique et perspectives :

Les quelques requêtes réalisées au cours de ce stage permettent de présenter quelques possibilités d'exploitation de la base de données 'addis'. L'intérêt du SIG, réside dans la systématisation des opérations, leur répétition (grâce aux macro-commandes) et application aisée à toutes les échelles, de l'îlot à l'espace global de la ville. Au cours de ce stage nous avons traité des services d'éducatifs et sportifs, en particulier les écoles primaires, secondaires et les terrains de jeux. On peut, cependant reproduire ces calculs pour la plupart des services définis dans le 'Guide des normes et standards de la planification'. Par exemple, la traduction en contraintes spatiales des normes d'implantation des services de santé donne :

- appartiennent aux zones à usage mixte et à la centralité
- éloignés d'au moins 200 mètres des marchés
- éloignés d'au moins 200 m des écoles
- éloignés d'au moins 200 m des carrefours de circulation

Ainsi, le SIG, en proposant des emplacements optimaux pour l'implantation des services urbains, apparaît de prime abord comme un instrument d'aide à la planification très séduisant. Dans les paragraphes qui suivent nous avons essayé de développer quelques points critiques à cet égard. Au préalable, nous allons revenir sur quelques réserves et limites sur la forme de certaines normes.

Sur les normes :

- Pourquoi avoir défini une taille de parcelle pour l'accueil des équipements ? C'est une question que nous avons posée car le foncier urbain est public en Ethiopie, ce qui, à priori, laisse penser que les autorités peuvent en disposer et notamment remodeler le parcellaire assez aisément. En fait, l'objectif de la municipalité serait d'éviter au maximum les opérations de remembrement urbain (division ou rassemblement de parcelle) afin de déplacer un minimum habitants ou activités.

- L'interprétation de certaines normes est impossible pour l'instant en raison de l'absence des données adéquates dans la base 'addis'. On pense par exemple aux terrains de sports, aux marchés existants (hors marchés principaux), aux points de collecte d'ordures... Ces lacunes devraient être en partie comblées avec l'intégration dans la base de l'enquête sur le bâti. Il y a aussi un manque de précision de certains termes comme : « à proximité », « à distance de marche », « le long de » qui ne permettent pas d'interprétation sous forme de requêtes à moins de définir arbitrairement les distances auxquels ces termes font référence.

- Pour certains équipements la surface de parcelle requise est un chiffre unique et non un intervalle. Cela réduit considérablement le nombre de résultat sur une requête. Il faut, de plus, signaler que l'utilisation même d'un intervalle pour la surface requise des parcelles comporte

certaines travers. Par exemple, un intervalle entre 1500 m² et 3000 m² exclu du résultat d'une requête les parcelles faisant 1490 ou 3010 m². Il y a là une rigidité de l'outil SIG dont il faut tenir compte lors de son utilisation à des fins de planification urbaine.

- La qualité du résultat des requêtes dépend de la pertinence des variables retenues et de la qualité des relations qu'elles interrogent (question de la validité des données, de leur date, de leur justesse géographique). La validité des résultats ne peut s'évaluer qu'au regard de la pertinence des variables utilisés pour obtenir ce résultat. D'où l'importance des informations sur la nature, les sources et le procédé d'intégration des variables.

- Certains des calculs sont réalisés avec des variables qui correspondent à l'état planifié ce qui revient à faire de la simulation à partir de paramètres (encore) non existants.

Est-il possible d'avoir une connaissance suffisamment précise de la ville pour plaquer des normes de façon systématique et indifférenciée sur l'ensemble de l'espace urbain ?

Plus largement, ce type de simulation est discutable dans la mesure où elle s'appuie sur un nombre de variables restreint, loin de la réalité complexe des situations locales. On peut par exemple s'interroger sur la validité de ce type d'approche dans la mesure où elle ne prend pas en compte un certain nombre d'éléments qui peuvent être déterminants : le relief, la présence d'un bâtiment particulier qui peut changer beaucoup de chose notamment en terme de pollution visuelle, sonore ou olfactive. Pour toutes ces raisons on peut critiquer le côté rigide de l'outil.

Ce type de simulation a les défauts de ses avantages, c'est à dire qu'en systématisant à l'échelle globale on ne prend pas en compte les spécificités locales. Pourtant malgré ces limites, la simulation de l'implantation des équipements urbains peut offrir une base de travail intéressante. En effet, loin d'en faire un outil de 'vérité urbanistique', il s'agit avant tout d'un document à partir duquel il est possible d'émettre des premières propositions et d'entamer une concertation. Ces propositions doivent être discutées avec les acteurs locaux (habitants, Kebeles...) qui peuvent, eux seuls, ajouter à la réflexion et permettre la prise en compte des spécificités et complexités du niveau local.

Conclusion :

Ce stage sur la mise à jour et l'exploitation d'une base de données urbaine a été d'un fort intérêt. Sur le plan technique, j'ai découvert Savane qui est l'application SIG de l'IRD, gratuite, elle est proche des logiciels leader sur ce marché. Au delà de l'apprentissage d'un nouveau logiciel, dont l'utilisation reste assez confidentiel, la familiarisation nécessairement rapide avec un nouvel environnement SIG, m'a permis de dépasser l'interface et de mieux appréhender la logique et le fonctionnement de ce type d'outil. Les grandes étapes de travail sur une base de données géo-localisée ont été vues : intégration – structuration – renseignement – exploitations et cartographie.

Le fait d'appuyer un travail de thèse exigeait une mise à jour sur le sujet traité et demandait de s'imprégner de la problématique. Cette dimension a été enrichissante car elle a donné l'occasion de réfléchir sur des problématiques d'urbanisme et de dépasser un travail uniquement technique de mise à jour d'une base de données. La connaissance du terrain m'a permis de porter un regard critique et de dépister plus facilement les incohérences des données à intégrer.

La dimension exploitation et analyse des nouvelles données intégrées en s'appuyant sur les normes est à poursuivre. Il serait intéressant de pousser plus en avant l'étude pour voir quelles sont les possibilités d'utilisations opérationnelles d'un outil SIG comme instrument d'aide à la planification et aux choix d'implantation des équipements urbains.

Annexes :

Annexe 1 : Termes de la mission de stage

Annexe 2 : Liste des relations créées

Annexe 3 : Procédure de mise à jour du dictionnaire de la base de données

Annexe 4 : Travail sur les images satellites

Annexe 5 : Poster réalisé

Annexe 1 : Termes de la mission de stage

Projet de Stage G. Hallier – UR IRD 029 Environnement urbain

Fournir les moyens logistiques pour représenter l'adéquation et/ou la distance entre les orientations du schéma directeur et la ville existante

Objet :

L'objet du stage est de fournir les moyens logistiques (intégration de données dans un SIG, formalisation de requêtes et réalisation de cartographies) pour venir en appui de la réflexion menée par Meskerem Shawul (doctorante) sur **l'adéquation et/ou la distance entre les orientations du schéma directeur et les éléments composants la ville existante**

Concrètement, cela consistera donc à :

- 1/ incorporer de nouvelles données dans la base de données "**addis**" gérée par le SIG Savane (logiciel IRD)
- 2/ définir des requêtes adaptées aux questionnements de Meskerem Shawul ; principalement vérifier l'applicabilité des standards et normes de la planification urbaine en Ethiopie au contexte des projets d'aménagements locaux à Addis-Abeba.
- 3/ cartographier quelques résultats.
- 4/ Proposer une présentation synthèse pour la réalisation de 2 à 4 planches dans le Mini-Atlas d'Addis-Abeba, de préférence en anglais.
- 5/ Réaliser un Poster de présentation du travail, de préférence en anglais.

Un rapport devra être fourni à la fin de stage : il comprendra l'ensemble des éléments et résultats correspondant à ces 5 étapes. Ce rapport ne correspondra pas obligatoirement au mémoire de DESS, le mémoire de DESS pouvant aborder le thème de manière plus large.

Démarche proposée

1) Effectuer une revue des données sur la « ville existante ». Ces données sont décrites dans le dictionnaire de la base. Exemple : population (recensement de 1996), des données sur la morphologie du bâti (d'après l'image satellite), des informations sur l'utilisation actuelle du sol (commerciale, résidentielle, industrielle, emprises des grandes infrastructures, terrains libres, espaces verts).

2) Intégrer, après structuration les éléments contenus dans le schéma directeur révisé en 2002. Ces éléments sont de plusieurs ordres : les grandes orientations d'utilisation du sol à l'échelle de l'agglomération, les axes structurants, les projets d'infrastructures, les zones de préservation à caractère environnemental (lits des cours d'eau, zones forestières), historiques et architecturales... ; les Plans de

Développement Stratégique ; les projets pilotes : Plans de Développement Locaux et projet « éco-city ». Il s'agira de structurer en une collection d'objets une donnée première de type dessin synthétique. En séparant soigneusement l'état existant, de l'état souhaité et du réglementaire. Ce travail d'intégration de nouvelles données dans la base "**addis**" comprendra : la transformation des fichiers DXF, la mise à jour du schéma logique de la base de données, l'intégration graphique et alphanumérique et la complétude du dictionnaire de la base.

3) Conception de méthodes et construction de requêtes génériques pour déterminer les emplacements géographiques les plus appropriés en fonction des normes d'implantations définies pour les équipements (sociaux, éducation, santé...). Sur quelques exemples, ces requêtes seront paramétrées d'après des variables telles que la densité de population, la proximité des transports publics, la disponibilité de terrains non construits, la présence d'espaces verts. Ces exemples seront tirés du « Guide de standards et de normes de planification urbaine ».

Méthodologie :

- Phase bibliographique préparatoire (documents de l'UR29, du Master Plan, de la base de données "**addis**").
- Phase d'inventaire et de recensement des données et informations disponibles dans les documents sur le Schéma Directeur,
- Phase d'intégration des données et informations à la base. Evaluation de leur fiabilité (source, date) et des possibilités d'utilisations et d'exploitations. Ces rubriques feront l'objet de précision sémantique dans le lexique qui accompagne la base de données.
- Construction de requêtes croisant des caractères tenant de l'existant et de ceux « projetés ». Analyses, cartographie.
-

Travaux annexes :

- Apurer les problèmes de décalage de codes des unités d'habitation renseignées dans l'enquête City Survey 1996 et celui contenu dans le fond cartographique des parcelles et bâtiments, tous les deux fournis par la municipalité d'Addis-Abeba (à régler avec Pauline Gluski).
- Réaliser les planches de synthèse pour le Mini-Atlas d'Addis-Abeba correspondant au mémoire de maîtrise sur le patrimoine urbain de Piazza

Rendu :

- Un rapport de stage.
- Un poster de synthèse.
- Planches pour le Mini-Atlas d'Addis-Abeba

Annexe 2 : Liste des relations créées

centrality (2 relations)	Proposed road	Existing sewer
Patrimoine (3 relations)	Market hierarchy	Existing ring road
Mining & quarry	Building height	
density map	Junctions points	Urban units 2003
Industry & storage	Existing schools	Kebeles 2003 units
LDP areas	Strategic areas	
waterfield	Transport lines	
Schema directeur		
Taxi bus (2 relations)	Taxi bus station	
Proposed sewer	roadsheet	

Annexe 3 : Procédure de mise à jour du dictionnaire HTLM métadonnées de la base

- Sous Savane, afficher la nouvelle relation avec une légende reprenant les valeurs attribuées aux individus. Dessiner une échelle graphique et au besoin tracer les contours de la ville pour faciliter la localisation des individus.
- Une fois la carte de la relation réalisée, faire la commande impression écran puis sous Photoshop, ouvrir un nouveau document et y coller l'image. On recadre l'image sur le dessin de la relation puis on l'enregistre avec une largeur en pixel de 580 et un format jpeg, qualité 6.
- Ouvrir la page Web du dictionnaire de la base grâce à un éditeur (par ex. Open Office) puis y ajouter la description de la nouvelle relation. On veille à homogénéiser les caractères et styles utilisés avec ceux déjà existants. Coller l'image représentant les objets de la relation.

Annexe 4 : Travaux sur image satellite :

Recalage de l'image panchromatique et des images multispectrales:

images : spot 2002 panchromatique 'pan_30-11-2002.tif'
(abebe\spot_2002_brutes\spot_2002_trait_2005), la taille des pixels est 5 mètres.

spot 2002 3 trois images multispectrales 'XS1.tif', 'XS2.tif', 'XS3.tif' (abeba\spot_2002_brutes\spot_2002_trait_2005), la taille des pixels est 10 mètres.

– **1er essai :**

- Dans Savamer, mozaïque SPOT_5m (Map => mozaïque=>), ouverture de l'image panchromatique 'pan_30-11-2002.tif' (Image => ouvrir =>). La taille de l'image est trop importante (12000 x 12000 pixels) pour réaliser un calage avec plus de trois amers. Il est nécessaire de la couper plusieurs fois jusqu'à 6000 x 6000 pixels dans Photoshop (Image => taille de la zone de travail =>).
- ouverture de la relation build_city_survey comme relation référente pour le calage de l'image. Pose de trois amers, redressement et ajustement. Les découpes successives sous Photoshop de l'image spot pour réduire sa taille, nécessitent de modifier les coordonnées des point d'amer à chaque ré-ouverture de l'image dans Savamer. Le recalage avec le quatrième point passe au mieux à une résolution de 5,5 mètres. De nombreux points d'amer sont posés à la suite.

Mais :

Les images multipectrales ne se superposant pas parfaitement sur l'image panchromatique (utilisation du fichier '.amr' de l'image spot impossible pour les images images multispectrales), seuls trois point d'amers doivent être conservés sur l'image panchromatique recalée.

– **2ème essai :**

- Copie de l'image brute 'pan_30-11-2002.tif' sur le disque C: (C:\Documents and Settings\hallier.NTBONDY\Mes documents\Guillaume\spot_2002_gh). En conséquence, on conserve trois points d'amer, pour un recalage à une résolution de 5 mètres avec l'image spot entière (12000 x 12000 pixels).
- Intégration de l'image spot recalée 'pan_30-11-2002R.bmp' dans la base Addis, création d'une relation 'spot_30-11-2002' et de l'attribut : 'panchro'. Avec Savamer (Image => intégrer =>).
- Recalage de l'image multispectrale XS2.tif (F:\abeba\spot_2002_brutes\spot_2002_trait_2005), sur l'image panchromatique recalée (intégré dans la relation spot_panchro) avec trois points d'amer (on retient les mêmes qui ont servi à recalculer l'image panchromatique). Redressement de l'image. Ajustement avec la fonction alterner (Vue => alterner =>). Le fichier '.amr' issu de ce recalage est copier/coller et renommé pour être attribué aux deux canaux suivants : 'XS1' et 'XS3' (C:\Documents and Settings\hallier.NTBONDY\Mes documents\Guillaume\spot_2002_gh). Redressement des deux images multispectrales suivantes.

– **Création d'une composition colorée :**

- La composition colorée se fait en combinant les 4 images sous Photoshop: ouverture de l'image panchromatique, ouverture de 'XS1.tif', copier/coller de 'XS1.tif' sur l'image

panchromatique dans la couche bleu. On répète la même manipulation pour l'autre image multispectrale XS3 que l'on copie dans la couche rouge.

Un ajustement est nécessaire sous Photoshop car il y a un décalage, puis on enregistre la composition colorée sous 'CCIP3_30-11-2002R+.tif' dans C:\Documents and Settings\hallier.NTBONDY\Mes documents\Guillaume\spot_2002_gh. Réglages avec la fonction courbe (Réglage => courbe =>) : renforcement de la netteté (Filtre => accentuation =>) à 70 %, rayon 1 pixel, seuil 0. Enregistrement sous 'CCIP3_30-11-2002R++.tif'

- **Intégration des images sous Savane:**

Création de la relation spot_30-11-2002 avec 4 attributs : panchro, canaux 1, 2 et 3 (en 8 bits) et CC (RVB). La composition colorée doit être recoupée avant l'intégration (sa taille est trop importante). L'image coupée est appelée 'CCIP3_30-11-2002R++redx.tif'.

Recalage sur un point.

nom image aster : cc++.tif

- **Recalage de l'image aster 2004:**

Recalage de l'image aster 2004 'AST_07_003102020040802530000000_cc++.tif' (F:\abeba\aster_brutes) sur la composition colorée 2002. Redressement et intégration dans la relation 'aster_'. Ensuite, on utilise les points d'amers créés pour les trois autres canaux de l'image aster :

'AST_07_003102020040802530000000_c1.tif'

'AST_07_003102020040802530000000_c2.tif'

'AST_07_003102020040802530000000_c3.tif'

Les trois fichiers amers respectifs créés sont :

'AST_07_003102020040802530000000_c1.amr'

'AST_07_003102020040802530000000_c2.amr'

'AST_07_003102020040802530000000_c3.amr'

Puis on les redresse et les intègre dans la relation 'aster_'

Annexe 5 : Poster

Uebi

CALCULS DES SITES D'IMPLANTATION DE NOUVEAUX EQUIPEMENTS URBAINS A ADDIS ABEBA D'APRES LES NORMES DEFINIES PAR LE SCHEMA DIRECTEUR DE 2003

Calculs au niveau global

Les implantations des différents services d'éducation sont définies par des normes communes...

Contraintes réglementaires communes pour les différents services d'éducation :

- Être inclus dans les zones à usage mixte (résidences et activités) et les zones contrôlées
- Être éloigné d'au moins 100 m :
 - des marchés bruyants
 - des hôpitaux
- Être inclus dans des zones où les constructions de moins de quatre étages sont autorisées
- des activités polluantes et des industries
- des routes principales (SAS et PAS)

Données mobilisées à l'intérieur du SIG :

- routes proposées
- usage du sol prévu
- hauteurs des constructions
- hiérarchie des marchés
- périphérique existant

Procédure de traitement à partir du SIG :

- Exclusion des zones 'BA', 'EA' et 'Centrality' :
- query => sur la relation 'schéma_directeur', restreindre par exclusion des individus ayant la valeur 'Major Land Use' et de valeur 'Mix Use Area' et 'Center'
- Masque de 100 m autour des industries (existantes et proposées)
- query => sur la relation 'schéma_directeur' restreindre par sélection des individus ayant la valeur 'a', '15' et '3' pour l'attribut 'code' mask 100 m => sur objets relation réduite
- Masque de 100 m autour des hôpitaux (existantes et proposés)
- query => sur la relation 'schéma_directeur' restreindre par sélection des individus ayant la valeur 'h', 'H' et 'p', 'H' pour l'attribut 'code' mask 100 m => sur objets relation réduite
- Masque de 100 m autour des marchés :
- mask 100 m => sur objets de la relation 'market_hierarchy'
- Masque de 100 m autour des routes principales :
- query => sur la relation 'proposed_road' restreindre par sélection des individus ayant la valeur 'PAS-1' pour l'attribut 'code' mask 100 m => 40 m / 2 (Dégager de la route) => sur objets relation réduite Création d'une mesure 'road_clearing' à partir de cette requête et une série de requêtes similaires pour tous les types de routes principales : PAS-2, PAS-3, PAS-4 et SAS-1, SAS-2
- mask 100 m => sur objet de la relation 'ingroad_clearing'

Résultats :

Sites potentiels d'implantation pour de nouveaux services d'éducation

L'espace pouvant accueillir les services d'éducation représente environ un tiers de la surface totale de la ville

Macros :

- 1. Exclusion des zones 'BA', 'EA' et 'Centrality'
- 2. Masque de 100 m autour des industries (existantes et proposées)
- 3. Masque de 100 m autour des hôpitaux (existantes et proposés)
- 4. Masque de 100 m autour des marchés
- 5. Masque de 100 m autour des routes principales
- 6. Création de la mesure 'road_clearing'
- 7. Masquage des sites potentiels

Calculs au niveau local : exemple pour l'arrondissement n°2

... et par des normes spécifiques à chacun des 5 types d'établissements scolaires (crèches, jardins d'enfants, écoles primaires, écoles secondaires et établissements d'enseignement supérieur). Dans le cas présent nous détaillons le cas des écoles primaires et secondaires en fonction des surfaces parcelaires requises.

Éléments supplémentaires mobilisés

Données :

- écoles existantes
- parcelles

Contraintes réglementaires pour l'implantation des écoles primaires et secondaires :

- pour les écoles primaires : 1500 à 2500 m² de surface parcelaire requise
- pour les écoles secondaires : 3000 à 6000 m² de surface parcelaire requise

Procédures des requêtes :

- Calcul des superficies des parcelles
- area => surfaces
- Restriction sur les parcelles ayant la superficie requise
- query => restreindre => par formule "!(surface) < 1500 and (surface) < 3000"

Résultats :

Sites potentiels d'implantation pour de nouvelles écoles primaires et secondaires

Macros :

- 1. Calcul des superficies des parcelles
- 2. Restriction des parcelles par superficie requise
- 3. Masquage des sites potentiels

Le résultat montre un nombre important de parcelles potentiellement utilisables pour l'implantation des écoles primaires (45 parcelles) et secondaires (17 parcelles). De plus, les sites possibles sont à peu près répartis équitablement.