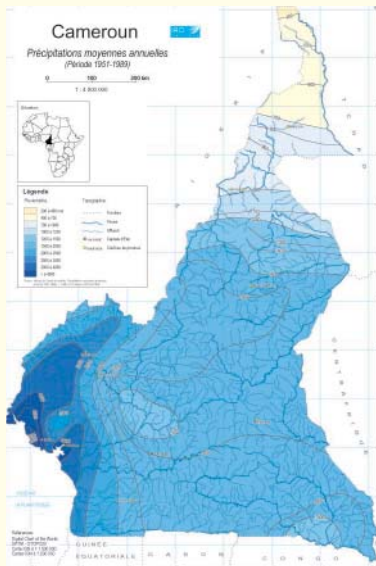
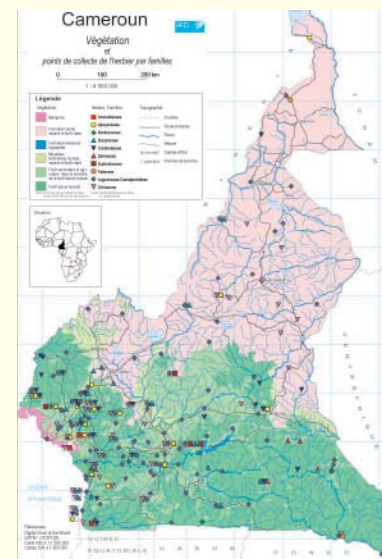


IRD - Institut de recherche pour le développement

LCA - Laboratoire de cartographie appliquée



Cartographie sur les herbiers du Cameroun et l'Afrique forestière



Rapport de stage (04 Octobre 2004 - 04 Février 2005)

Ines Schubert,

étudiante en cartographie (7^{ème} semestre)

à l'Université Technique de Dresde

Contenu

L' IRD – Institut de recherche pour le développement	3
Le Laboratoire de cartographie appliquée.....	3
Le projet du stage	3
Le but de ce projet.....	4
Les logiciels utilisés	4
MapInfo Professional 7.0	4
Savane	4
Adobe Photoshop	5
Adobe Illustrator	5
Edit Plus	5
Écoulement du stage.....	6
Les étapes du travail.....	7
Les données du DCW.....	7
Le réseau routier.....	7
Les villes	8
L'hydrographie.....	8
La végétation.....	9
Le relief	9
Les courbes de niveau	9
Modèle numérique de terrain (MNT).....	9
Les isohyètes	10
Les herbiers	10
Les cartes.....	10
Le SVG.....	10
Le travail avec les logiciels	11
Travailler avec MapInfo.....	11
Général	11
Présentation.....	11
Edition (Exemple des routes)	12
Numérisation	12
Travailler avec Savane	13
Général	13
Le calage	13
La Numérisation.....	14
Travailler avec Adobe Illustrator	15
Travailler avec EditPlus	16
Conclusion.....	18
Remerciements.....	18

L'IRD (ex ORSTOM) est un institut à caractère scientifique et technologique, qui conduit des recherches sur les milieux intertropicaux. Il est placé sous la tutelle des ministères chargés de la Recherche et de la Coopération. Depuis plus de cinquante ans, l'Institut mène des recherches en Afrique, en Asie, dans l'Océan Indien, en Amérique latine et dans le Pacifique. Il y a 35 centres et représentations dans le monde, 6 en métropole, 23 dans les pays de la zone intertropicale et 5 dans les DOM-TOM. La recherche, l'expertise et la formation sont les trois missions fondamentales de l'IRD. Il propose à ses partenaires des recherches dans les grands domaines allant de la géo-, bios- et anthroposphère. Une grande part de ses agents travaille hors métropole.

Le centre d'**Ile-de-France**, à Bondy, est le plus ancien de l'IRD, sa construction remonte à 1946. C'est un lieu de Formation et de Recherche sur le monde tropical. Actuellement près de 250 personnes travaillent à Bondy, on y trouve les services de documentation scientifique, de cartographie, de réalisations audiovisuelles et de diffusion d'ouvrages.
(Pour plus d'informations sur l'IRD : www.ird.fr)

Le Laboratoire de cartographie appliquée



Le laboratoire de cartographie appliquée publie des cartes thématiques et des atlas en intégrant une large palette de moyens de production numériques pour diffuser des produits cartographiques sur CD-Rom et sur Internet. Il organise au sein de l'Institut un lieu d'appui à la recherche à compétences multiples dans le domaine des bases de données géoréférencées sous SIG, permettant d'offrir une capacité de formation spécialisée à l'usage des chercheurs et des partenaires de l'Institut.

Les logiciels utilisés sont par exemple Savane, ArcInfo, ArcView et MapInfo dans le domaine des SIG et Adobe Illustrator et Microstation pour les éditeurs graphiques. Une dizaine de techniciens, chercheurs et ingénieurs spécialisés travaillent sur plusieurs PC et Mac et utilisent les moyens techniques comme un scanner et un traceur grand format.

La cartothèque rassemble près de 15000 références couvrant une vaste zone géographique, consultable, en ligne, à la disposition de la communauté scientifique, des étudiants et du public. (Pour plus d'informations voir : www.bondy.ird.fr/carto)

Le projet du stage

Pendant ce stage, mon travail consiste à réaliser des cartes sur l'Afrique forestière (Cameroun, Centrafrique, Congo, République Démocratique du Congo (RDC), Gabon et Guinée équatoriale) avec une cartographie plus détaillée pour le Cameroun. Le but est de représenter sur de ces pays des données sur la collecte d'herbier.

Cette thématique est référencée sur un fond topographique comprenant un réseau routier, des villes, de l'hydrographie, le relief, et des isohyètes. Sur cet ensemble est porté les zones de végétation. Le produit éditorial final sera un site WEB, un Cd-rom et une version papier.

Ce projet est proposé par Hervé Chevillotte (informaticien) et Jean-Louis Guillaumet, botaniste qui ont fournis les données des herbiers.

Le but de ce projet

Il s'agit de valoriser un travail de collecte sur les herbiers d'Afrique forestière commencé en 1898 jusqu'à nos jours. C'est un travail qui peut être utile aux étudiants, et aux chercheurs et à toutes autres personnes qui sont intéressés par la botanique dans cette région du monde.

Ce projet permet de visualiser la zone de végétation en Afrique centrale pour la période 1997. La localisation de points géoréférencés de collecte d'herbier est effectuée dans un premier temps sur le Cameroun.

En dehors de la spécificité de ce projet, l'ensemble des fonds réalisés pourra être exploités pour d'autres projets thématiques.

Les logiciels utilisés

MapInfo Professional 7.0

MapInfo est un logiciel de SIG, Système d'information géographique (<http://extranet.mapinfo.com/products/Overview.cfm?productid=1044> pour plus d'informations). Il rend possible le travail sur différentes couches, la gestion des attributs et la visualisation graphique. Les principaux formats des fichiers sont .TAB , .MAP, .ID, .DAT, .WOR. En plus il permet d'ouvrir des images raster ou des shapefiles. Le Traducteur Universel transforme les fichiers dans différents formats pour importer ou exporter les données.

Pendant ce stage je travaille beaucoup avec MapInfo, parce que les données de base sont dans ce format. J'utilise MapInfo pour digitaliser et pour gérer les attributs en utilisant les formats nommés.

Savane

Le SIG Savane est composé de 4 modules destinés à construire et à administrer des bases de données. Le logiciel est conçu pour saisir, traiter et analyser des données géographiques d'origines diverses, organisées suivant le modèle relationnel étendu à la localisation : l'ensemble de l'information est géré en une base de données unique.

SAVANE : documentation générale

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, mises en relation, regroupements ; masques et tampons graphiques ; jointures et agrégation de données géographiques d'origines diverses; requêtes et calculs sur les attributs, classifications, calculs... et cartographie d'édition (représentations graphiques des résultats des requêtes).

SAVATECA : le module de création et d'administration des bases

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 données graphiques et descriptives dans un système géoréférencé.

SAVEDIT : le module de digitalisation et de modification sur écran

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. Il intègre une fonction de transformation de référentiel géographique.

SAVAMER : le module de redressement et d'intégration d'images

Module de géoréférencement d'images. Il permet une mise en conformité géographique des images raster et leur intégration dans une relation de type image, en trois étapes : géoréférencement, rééchantillonnage, intégration et mosaïque.

Source : <http://www.bondy.ird.fr/cartologchar/savane.html> (06/11/04)

En outre, Savglobe convertit les unités de coordonnées géographiques par exemple, les degrés en mètre.

Dans ce stage j'utilise Savane avec Savamer et Savglobe particulièrement pour le calage des cartes scannés, mais aussi pour la digitalisation des courbes de niveau dans Savedit pour créer un MNT.

Adobe Photoshop

C'est un logiciel de retouches d'images raster qui est utilisé ici pour changer les formats de fichiers ou le mode de couleurs.

Adobe Illustrator

Adobe Illustrator est un logiciel qui permet la création de dessin vectoriel. Le principal format est .ai mais aussi .pdf. Ce logiciel permet de répartir les différents éléments vecteurs sur différents calques. J'ai réalisé des cartes avec les données de MapInfo et les ai mis sous forme de posters.

Edit Plus

EditPlus est un éditeur permettant la programmation en HTML et Javascript. Il offre des outils plus adaptés à la création de sites WEB. Je l'utilise pour réaliser une carte en SVG.

Écoulement du stage

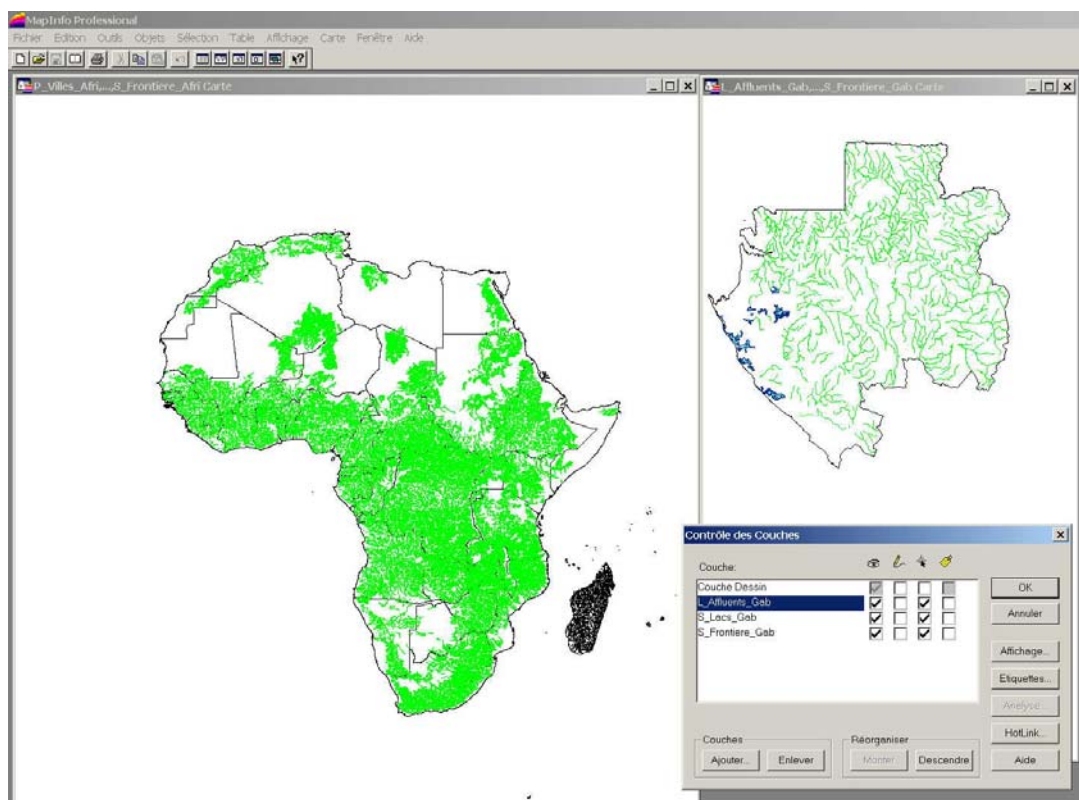
- 04- 05 Oct. Mis au courant du projet
- 06- 07 Oct. Hiérarchie des routes et villes de Cameroun
- 08 Oct. Extraction des pays: Centrafrique, Gabon, Congo, Rép. Dem. du Congo à partir du DCW
- 11 Oct. Suppression d'attributs inutiles pour le projet sur les tables des villes. Hiérarchie des routes et villes du Gabon et du Congo
- 12 Oct. Extraction de la Guinée équatoriale à partir du DCW. Hiérarchie des routes et villes de la Guinée équatoriale et de la Centrafrique
- 12- 15 Oct. Hiérarchie des routes et villes de la Rép. Dém. Du Congo
- 18- 19 Oct. Préparation de l'hydrographie. Coupure des tracés hydro aux intersections afin d'obtenir des lignes indépendantes avec ArcInfo (E. Habert). Ajout de la carte routière du Cameroun sur le fond.
- 19 Oct.- 03 Nov. Hiérarchie de l'hydrographie du Cameroun
- 04- 09 Nov. Hydrographie, Corrections des données
- 10- 17 Nov. Digitalisation de la végétation
- 18- 19 Nov. Scan et calage des cartes 1:5 000 000 pour le relief
- 22- 23 Nov. Digitalisation des courbes de niveau
- 24 Nov. MNT sous Savane
- 25- 26 Nov. Transformation des courbes de niveau en surface
- 29- 30 Nov. Digitalisation des isohyètes
- 01 Dec. Scan des pages du texte de « L'atlas Sud Cameroun » (hors projet)
- 02 Dec. Transformation des isohyètes en polygones
- 06 Dec. Intégration des données d'herbier (Excel) dans MapInfo
- 07- 17 Dec. Réalisation des cartes sous Adobe Illustrator:
- Cameroun : Routes, Villes, Hydrographie
 - Relief
 - Végétation
 - Végétation – Superficie
 - Pluviométrie
 - Herbier
 - Herbier par petites cartes
- Afrique Centrale: Routes, Villes, Hydrographie
- Relief
 - Végétation
- 03-14 Jan. SVG de la carte d'herbier du Cameroun
- 17 - 31 Jan. Modifications, Rapport de stage
- 01 – 04 Fév. Site internet du rapport

Les étapes du travail

Les données du DCW

Je travaille sur le Cameroun, la Centrafrique, le Congo, la République Démocratique du Congo (RDC), le Gabon et la Guinée équatoriale. Les données du DCW (Digital Chart of the World) sont utilisées pour le projet sur l'Afrique. Dans MapInfo, les pays sont extraits à partir du DCW et la fonction 'Définir Cible' permet d'effacer pour chaque pays les éléments topographiques se trouvant à l'extérieur des frontières. Je crée des dossiers par pays contenant les éléments topographiques.

Le DCW: Le Digital Chart of the World est un produit de l' «Environmental Systems Research Institut, Inc. (ESRI)», à une échelle de 1:1.000.000 et produit pour l' U.S. Defense Mapping Agency. (Source: http://www.maproom.psu.edu/dcw/dcw_about.shtml, 26/11/04) Le DCW contient plusieurs couches thématiques et des attributs.



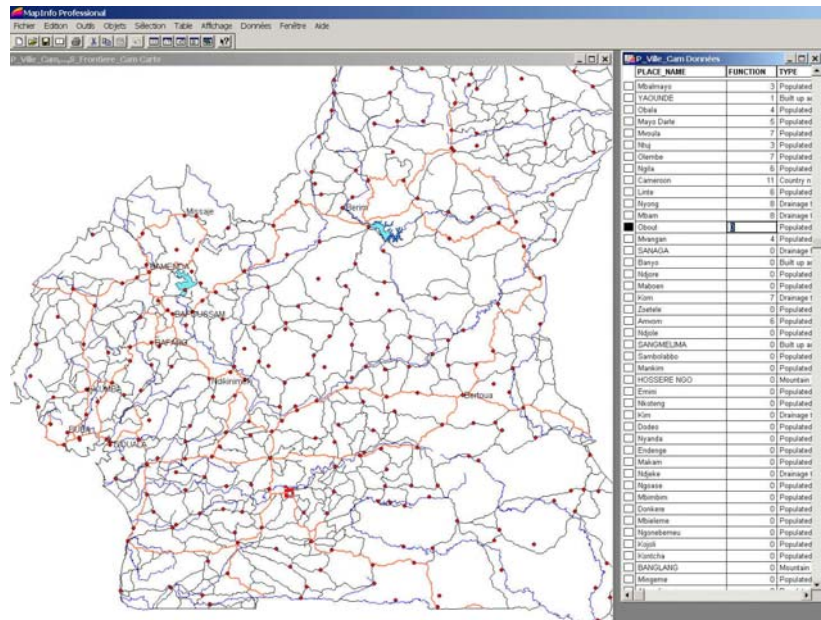
DCW (à gauche) avec les frontières, les lacs et les affluents de l'Afrique, à droite.: Gabon, extrait du DCW

Le réseau routier

Les routes du DCW extraites sont référencées en deux catégories : les routes principales et les routes secondaires. En plus, j'effectue des corrections et élimine les routes inutiles pour le projet. A partir des cartes imprimées existantes j'effectue la hiérarchie des routes. Les cartes de référence étant à des échelles différentes, un travail d'homogénéisation est réalisé sur l'ensemble des pays.

Les villes

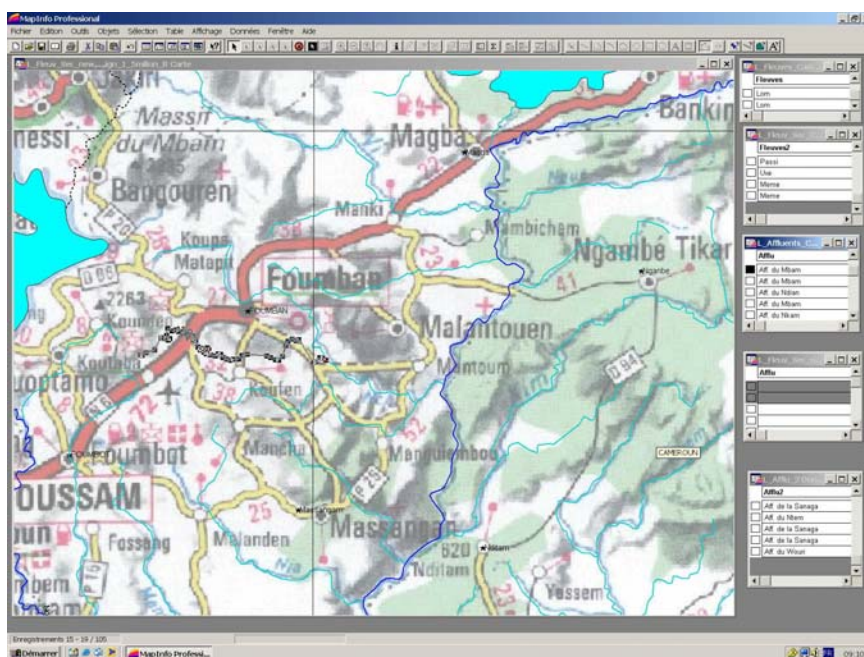
Je répartie les villes sur des couches différentes selon leur importance. Pour le Cameroun des villes sont ajoutées.



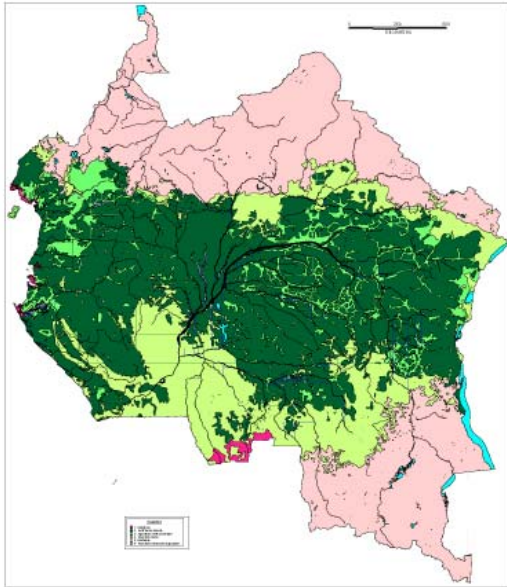
À gauche: la carte du Cameroun avec les villes, les routes et les fleuves, à droite: les données des villes

L'hydrographie

Le même travail est effectué pour l'hydrographie. J'ajoute le nom des fleuves pour tous les pays et pour le Cameroun j'ajoute le nom des affluents. La hiérarchisation de l'hydrographie du Cameroun m'oblige à vérifier les affluents à partir des cartes IGN à 1: 200.000.



La végétation

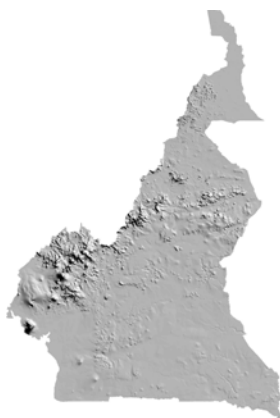


Pour la végétation je prends la carte de la végétation de l'Afrique centrale de TREES (TRopical Ecosystem Environment observation by Satellite) à une échelle de 1 :5.000.000. Cette carte étant trop détaillée M. Guillaumet a fait une généralisation en six classes de végétation sur un calque que j'ai scanné et vectorisé. Le résultat est une carte en zones : Mangroves, Forêt dense humide, Agriculture et forêt secondaire, Formation sèche, Mosaïque (forêt dense humide, savane et forêt claire) et Formation herbeuse hygrophile. La représentation en couleurs est réalisé avec l'outil d'analyse thématique de MapInfo.

Le relief

Les courbes de niveau

Pour l'ensemble de l'Afrique forestière je vectorise les courbes de niveau dans Savedit à partir de trois cartes à l'échelle 1 :5.000.000. Dans MapInfo, à partir de la vectorisation je crée des polygones en couleurs pour obtenir une représentation hypsométrique. Pour cela j'utilise l'analyse thématique dans MapInfo

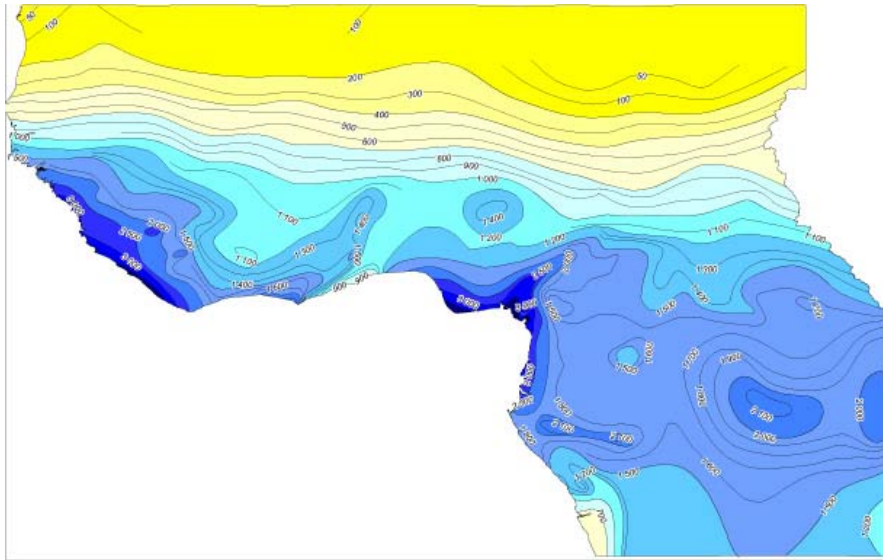


Modèle numérique de terrain (MNT)

A partir de la vectorisation, je réalise sous Savane un MNT. La précision du MNT dépend de l'équidistance des courbes de niveau. Dans ce cas, le résultat n'est pas satisfaisant. J'utilise donc le Topo 30 qui existe déjà.

Les isohyètes

La pluviométrie est extraite à partir d'une carte existante au format .ai (Adobe Illustrator). Cette carte couvre l'Afrique de l'ouest et non l'Afrique forestière. Il n'est pas possible de récupérer les données numériques sous Savane ou MapInfo. La carte est scannée et digitalisée dans MapInfo. Les lignes digitalisées sont transformées en polygones pour l'analyse thématique.



Les isohyètes

Les herbiers

Les données sont intégrées dans la base à partir du fichier Excel. Il est nécessaire de préparer les données Excel, par exemple, coller les coordonnées dans une colonne avec la fonction 'Concaténer' et ajouter un ID dans Excel. Ces données sont intégrées dans MapInfo et là je transforme les degrés, minutes, secondes, en degrés décimaux et ainsi il est possible de créer des points et réaliser une carte.

Les cartes

Les données de MapInfo sont importées dans Adobe Illustrator à l'aide du format pdf. Dans Illustrator je réalise différentes cartes du Cameroun (fond topographique, relief, végétation, isohyètes, herbiers par famille) et pour l'Afrique forestière (fond topographique, relief, végétation). Les cartes sont construites pour être imprimées avec un titre, une légende, les sources et avec une gamme couleurs correcte.

Le SVG

Le SVG est réalisé à partir de la carte d'herbier du Cameroun et conçu pour le WEB et le CD-ROM. Le SVG permet à l'utilisateur de sélectionner des couches d'informations. On peut faire des zooms et se déplacer dans la carte. En se positionnant avec le curseur sur la carte, on peut afficher les noms des fleuves, des lacs et le libellé des zones de végétation. En plus

lorsque le curseur passe sur les zones de végétation le caisson de légende indique la zone survolée. Avec les photos on peut visualiser les différentes familles d'herbiers. Le Logo de l'IRD permet le lien vers le site internet de l'institut et les crédits affichent les informations de la carte.

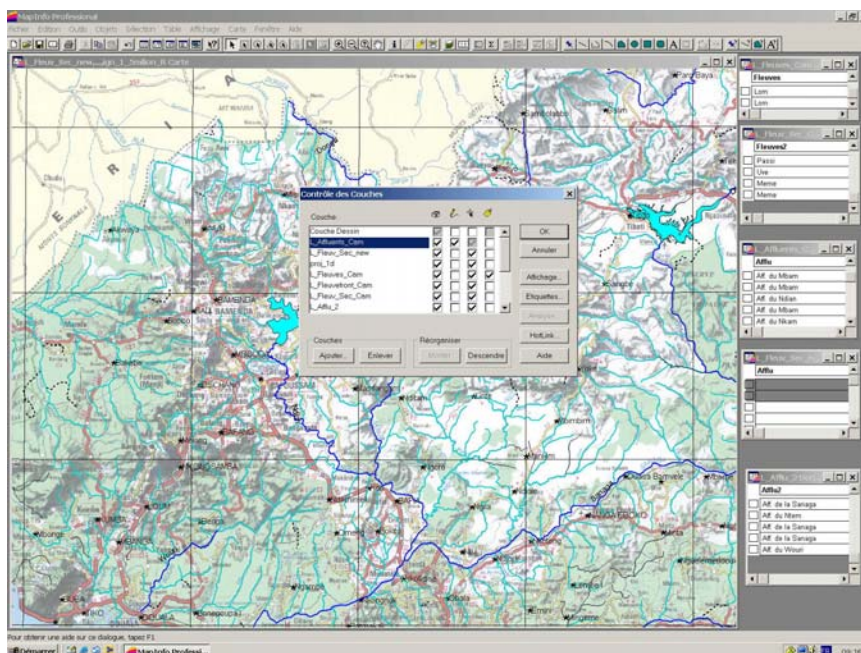
SVG signifie Scalable Vector Graphics, créé par le World Wide Web Consortium (W3C). Le format SVG permet une bonne qualité graphique avec un zoom à priori à l'infini, une bonne reproduction à la fois écran et papier, une hiérarchie des tracés, une interaction visible et une animation des tracés. C'est un format au code source ouvert et accessible. Les tracés ont des styles graphiques mais pas de topologie. Des scripts en JavaScript sont nécessaires pour beaucoup d'animations. (www.carto.net/papers/svg ou pilat.free.fr, pour plus informations)

Le travail avec les logiciels

Travailler avec MapInfo

Général

MapInfo travaille avec des couches. Chaque couche contient les fichiers *.TAB, *.MAP, *.ID, *.DAT et *.IND. Pour ouvrir une couche on sélectionne une table *.TAB. Pour travailler avec plusieurs couches on doit ouvrir plusieurs tables. On peut ainsi combiner plusieurs couches différentes.



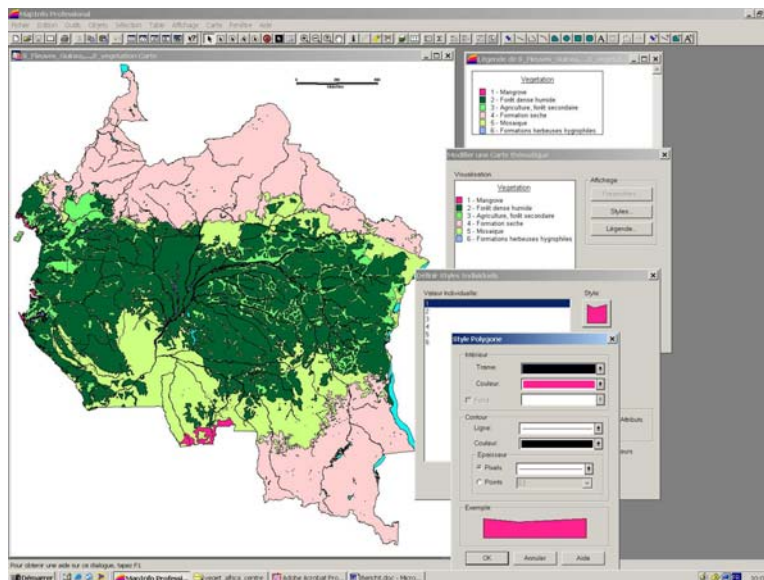
Contrôle des couches sous MapInfo

Présentation

Après l'ouverture des couches, le style de représentation est standard. Pour différencier la représentation des couches, on choisit la couche, puis dans le menu 'Contrôle des Couches', on change le style. On peut définir la couleur, la ligne et l'épaisseur. En plus, on a la possibilité d'ajouter des étiquettes aux noms d'objets.

Après la fermeture des tables, toutes les informations de représentation sont perdues. Pour enregistrer ces informations on doit enregistrer le document en *.WOR, ainsi le document contient les tables enregistrées et la représentation graphique définie.

Avec l'analyse thématique on peut réaliser différentes représentations graphiques, par couleur, par taille etc. Pour cela les objets concernés doivent être sur une seule couche. Dans ce projet, la représentation en couleurs est utilisée pour les polygones et la légende est créée automatiquement, il est toujours possible de changer quelques préférences.



L'analyse thématique pour une représentation en couleurs

Edition (Exemple des routes)

J'utilise la table L_Route.TAB issu du DCW ainsi que les données associés pour réaliser la hiérarchie des routes. Il est retenu deux catégories : l'attribut 1 pour les routes principales, l'attribut 2 pour les routes secondaires. Pour une meilleure gestion de représentation des styles de routes, je crée une table pour chaque catégorie. Les outils dans 'général' permettent de sélectionner et d'attribuer le code défini à chaque route. Pour modifier ou ajouter des tracés, les outils dans le menu 'dessin' sont utilisés.

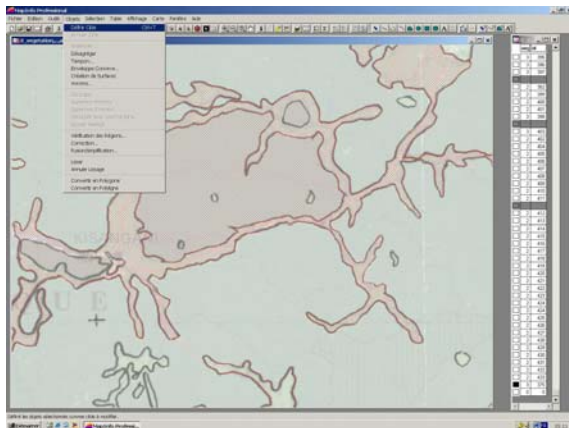
Numérisation

Avant de numériser, la carte scannée doit être calée. A l'ouverture de l'image raster, MapInfo demande automatiquement le calage. Avec MapInfo le calage n'est pas précis, toutes les projections ne sont pas présentes. J'utilise donc le logiciel Savane pour effectuer un calage plus précis. Une fois l'image redressée, elle est importée dans MapInfo et calée avec quatre points de coordonnées connus dans la carte. Les options de projection et unités sont très importantes. Le calage doit être le plus précis possible pour éviter des différences entre la carte et la numérisation. La difficulté est de trouver les informations de projections ou l'ellipsoïde sur les cartes papiers.

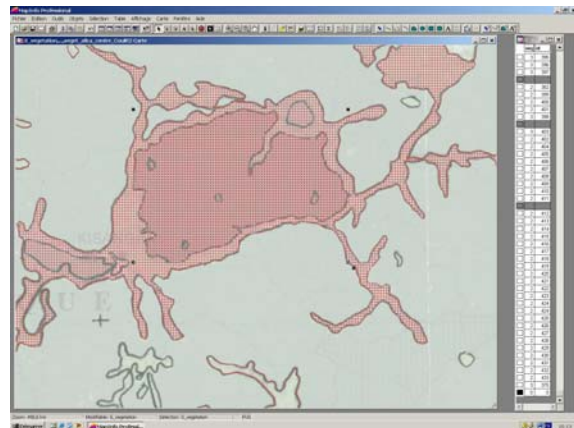


Pour la numérisation j'utilise les outils 'dessins' qui permettent de faire des points, des lignes et des polygones. Chaque nouvel élément numérisé s'écrit les uns à la suite des autres dans la table où il est possible d'ajouter des attributs. Les lignes peuvent toujours être converties en polygones. Il est recommandé de gérer les points, les lignes et les polygones dans des tables différentes.

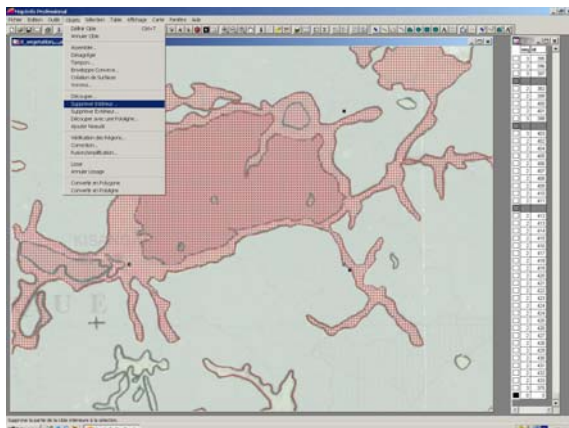
Pour travailler sur une couche, il faut qu'elle soit active. La fonction 'Fusion' permet de suivre les lignes déjà numérisées pour effectuer une sélection, par exemple. C'est pratique pour la gestion des polygones contigus, qui sont toujours dessinés avec deux traces. La fonction 'Définir Cible' sert à supprimer l'extérieur ou l'intérieur d'une sélection.



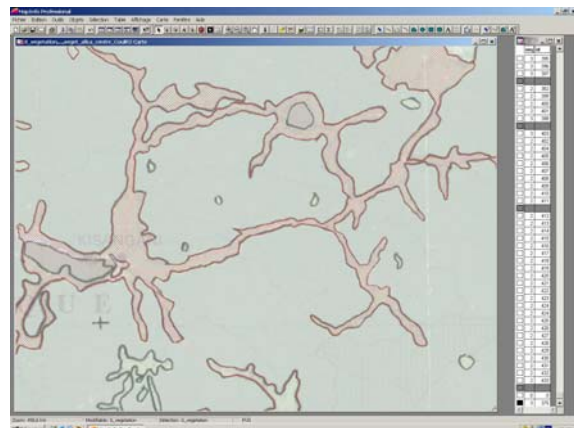
1. Après numérisation, la gestion des polygones intérieurs s'effectue avec la fonction 'Définir Cible'



2. Sélection 'Définir Cible' du polygone intérieur



3. La fonction 'Supprimer l'intérieur' permet d'exclure les petites zones qui appartiennent à une autre classe



4. Visualisation du résultat

Travailler avec Savane

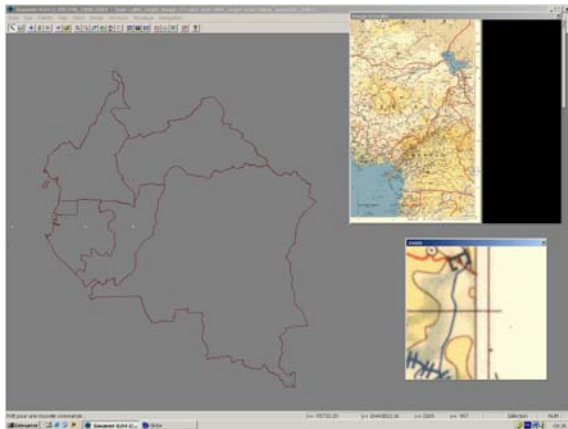
Général

Savane comporte différents Modules. La base est créée dans Savateca. Il est important de définir correctement la zone géographique car il n'est plus impossible de la modifier après. Chaque modification effectuée doit être importée dans la base. Pour travailler dans la base, une 'vue externe' et un 'user' doivent être définis, ce qui permet à plusieurs utilisateurs de travailler sur une base avec différentes relations. Les relations sont créées dans Savateca et il est possible d'intégrer des images raster et du vecteur dans les relations. Les cartes scannées sont calées dans Savamer et vectorisées dans Savedit. La carte (résultat de requêtes) et le MNT sont exécutés à partir du module Savane.

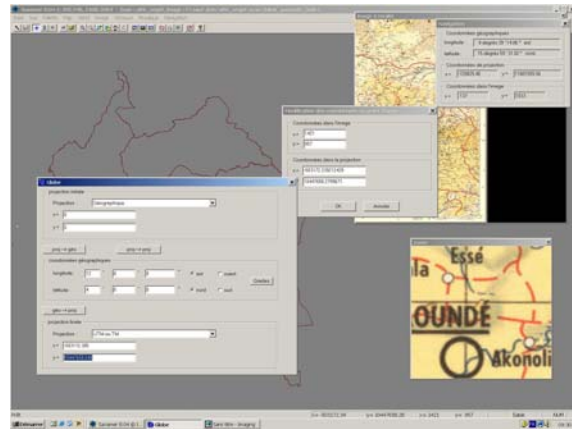
Le calage

Pour intégrer les cartes scannées sur des données existantes, un calage est nécessaire. Il faut créer une base dans Savateca ou utiliser une base existante, indiquer également la projection

et l'ellipsoïde de la carte scannée et sa résolution. Dans Savamer, ouvrir la base et la carte scannée, cliquer des points connus de la carte (1) et donner leurs coordonnées (en mètres) (2). SavGlobe est utilisé pour convertir les degrés en mètres. Plusieurs points sont nécessaires pour réaliser un bon calage (trois points minimum).



Calage sous Savane (1)

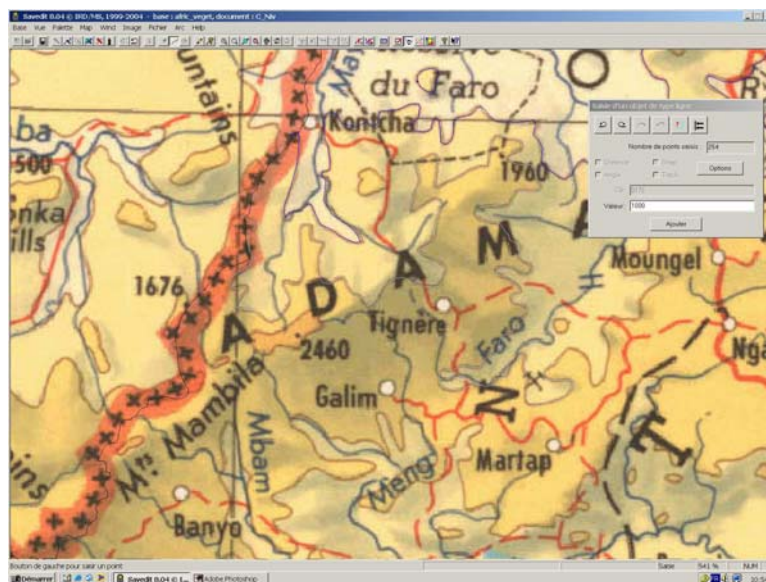


Calage sous Savane (2)

La numérisation

La numérisation dans Savane est un peu différente de celle de MapInfo. Dans Savane il n'est pas possible de gérer des éléments différents (points, lignes, polygones) dans une même table. Les polygones contigus sont réalisés avec un seul tracé, il y n'a pas de fonction de 'fusion'. Comme dans MapInfo les options de la projection sont très importantes.

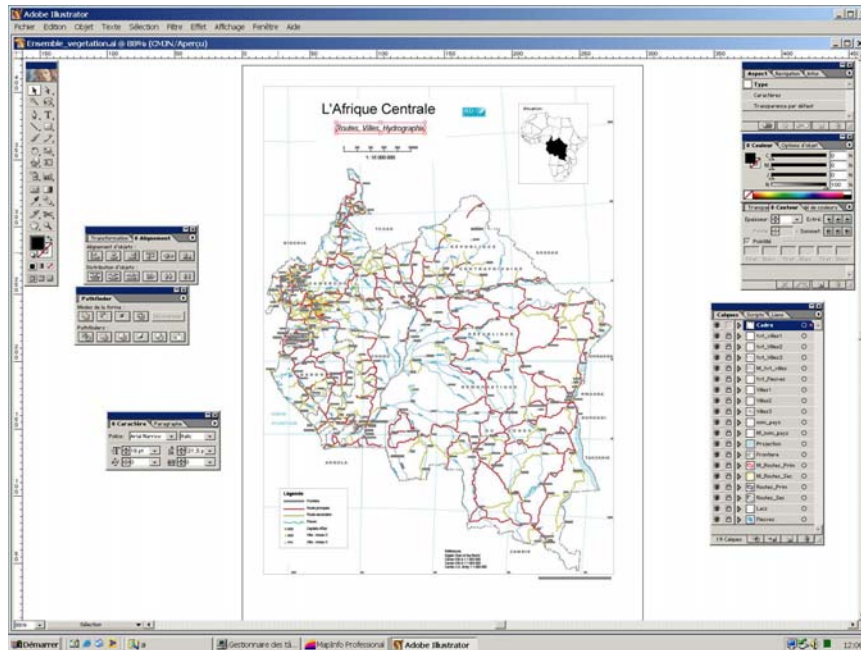
Pour le projet, Savane est utilisé pour le calage des scans et ensuite l'image redressée est importée dans MapInfo.



La numérisation sous Savane

Travailler avec Adobe Illustrator

Pour réaliser des cartes d'édition les données de MapInfo sont exportées en pdf. Dans Adobe Illustrator les couleurs RVB sont transformées en CMJN et les fichiers sont sauvegardés au format .ai. Les différents éléments sont repartis sur différents calques. Les représentations graphiques de MapInfo sont difficilement exploitable pour réaliser des cartes d'édition. Sous Illustrator, je modifie les éléments de la thématique (couleurs, contours, texte). Je crée une légende en relation avec la carte, ajoute les sources, j'importe également le logo de l'IRD et le MNT.

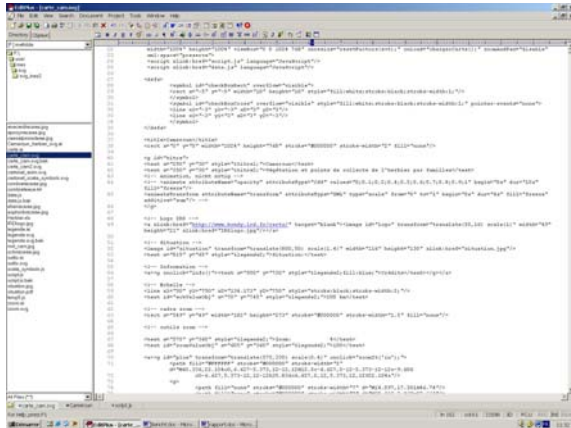


Les cartes dans Adobe Illustrator

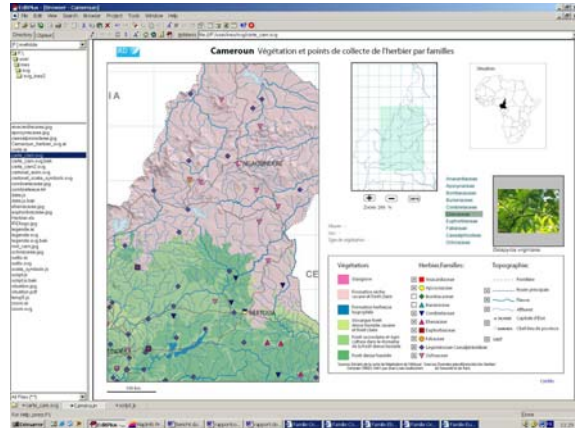
Illustrator est utilisé pour exporter les fichiers en SVG. Pour cela, il est nécessaire de préparer les différents éléments graphiques : donner un nom aux calques et sous-calques (ils servent d'identifiants dans le SVG), suppression de tous les textes. Le travail en SVG s'effectue sous EditPlus.

Travailler avec EditPlus

La page en SVG est réalisée avec un SVG principal et plusieurs SVG insérés au format .svg , un script (javaScript) et des données au format .js.

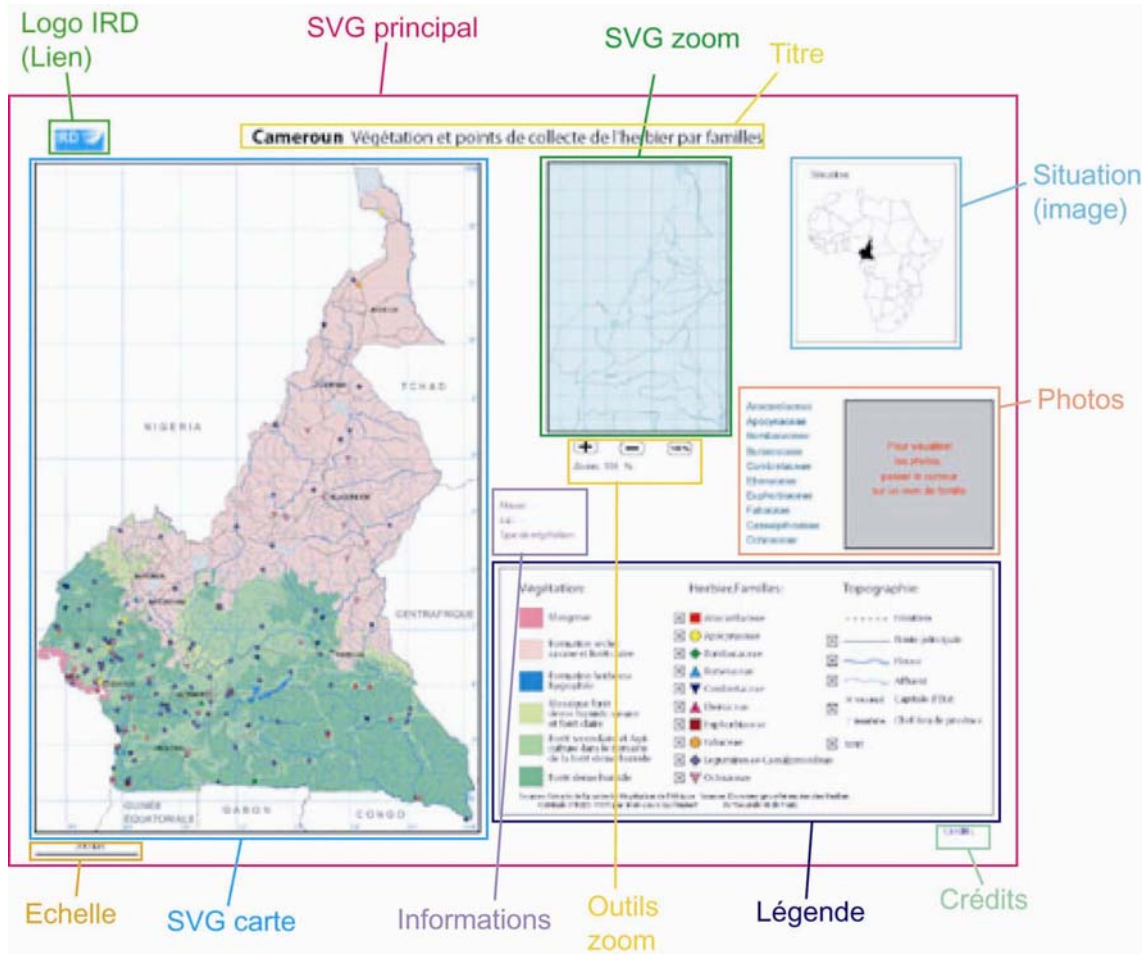


SVG-source dans EditPlus

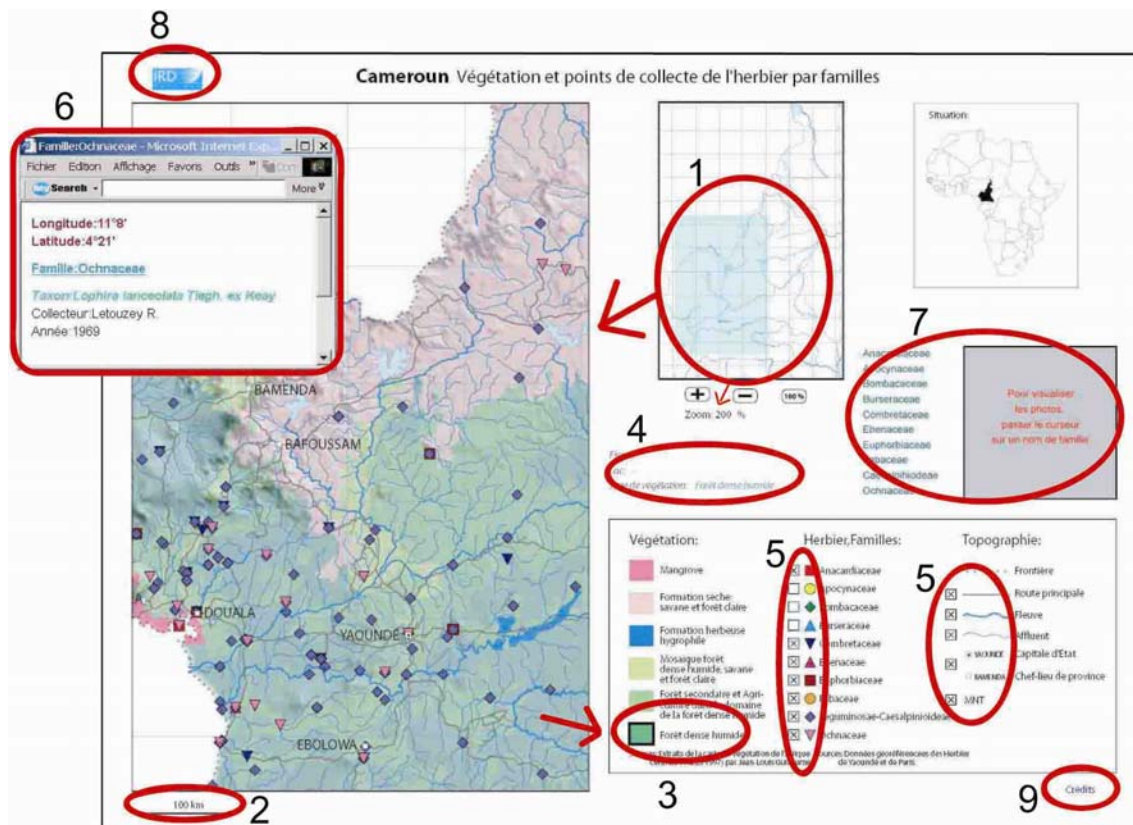


Visualisation de la carte SVG dans EditPlus

Le script et les données sont des fichiers externes et sont appelés dans le SVG principal, il contient tous les éléments de la carte interactive:



Les possibilités interactives :



- 1 : Agrandir la carte avec les outils de zoom, et affichage du pourcentage de zoom
- 2 : L'échelle numérique est calculée en fonction du zoom
- 3 : Visualisation en légende du type de végétation au survol d'une zone de la carte
- 4 : Affichage des noms des objets (fleuves, lacs, zones) au passage du curseur
- 5 : Des cases à cocher pour afficher ou masquer des couches
- 6 : Un clic sur un symbole de la carte ouvre une fiche d'informations
- 7 : Affichage de photos au passage du curseur sur le nom de la famille
- 8 : Lien vers le site internet de l'institut
- 9 : Informations générales sur la carte

Conclusion

Ce stage de quatre mois m'a permis de travailler sur un projet cartographique, j'ai suivi toutes les étapes nécessaires jusqu'à la réalisation d'une carte. J'ai pu me rendre compte des problèmes d'interprétations en fonction de l'utilisation de cartes à différentes échelles avec différentes projections mais aussi avec la pratique de différents logiciels.

Le stage a été pour moi l'occasion de pratiquer, de compléter mes connaissances universitaires et d'apprendre de nouvelles choses. J'ai utilisé plusieurs logiciels comme MapInfo, Savane ou Adobe Illustrator, j'ai réalisé différentes approches cartographiques en fonction du support, papier ou multimédia, j'ai appris différentes techniques.

J'ai pu travailler au sein d'un laboratoire de cartographie, dans un Institut de recherche et j'ai acquis de nouvelles expériences dans le domaine cartographique.

Cette expérience et ces nouvelles connaissances me seront utiles dans la poursuite de mes études à l'université et aussi pour mon avenir professionnel.

Remerciements

Je souhaite remercier Pierre Peltre, Jean-Louis Guillaumet et Hervé Chevillotte qui m'ont permis de travailler sur ce projet et d'effectuer un stage dans de bonnes conditions.

Je remercie également tout le personnel du Laboratoire, pour leur disponibilité, leurs conseils, leur gentillesse et surtout leur patience, qui a été souvent nécessaire, à cause de mes difficultés de la langue française. Tout particulièrement Elisabeth Habert, Michel Danard, Eric Opigez, Catherine Valton et Rainer Zaiss pour leur aide précieuse au cours des différentes étapes.