



Département de l'Environnement

Diplôme Universitaire de Technologie

Génie Minéral et Environnement

DUT GME

PROJET TUTEUR

**Utilisation du SIG pour la cartographie
urbaine (cas de la ville de Fès)**

Réalisé (e) par : Abderrahmane BOUADOUD

Ibrahim BENSABER

Narmine ASSABAR

Jury et Date de Soutenance : Le 04 Avril 2013

Pr. Rais N. (examineur)

Pr. Jabrane R. (examineur)

Pr. El Garouani A. (tuteur)

Pr. Ghfir Y. (examineur)

Année universitaire 2012 - 2013

Dédicace

Nous dédions ce travail

A nous chers parents, que nous remercions infiniment pour leurs
amours, leurs soutiens et leurs confiances.

Rien au monde ne pourrait exprimer ce que nous avons dans nos
cœurs pour vous.

A toute nos chères familles

&

A nos chers amis et toute personne qui nous a encouragé tout au
long la période de travail.

Merci

BOUADOUD Abderrahmane –BENSABER Ibrahim–

ASSABER Narmine

AVANT-PROPOS

Au terme de notre travail, nous tenons tout d'abord à exprimer nos remerciements les plus chaleureux à Mr. Abdelkader EL-GAROUANI, Professeur à la FST pour la qualité de l'encadrement, pour les conseils pertinentes, pour le temps qui nous ont consacré, pour les critiques constructif et pour la confiance qui nous ont fait.

Nous tenons à remercier tous les Professeurs qui nous ont encadré au cours des deux années de formation au DUT Génie Minéral Environnement à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Nous tenons à remercier tout nos amis pour leur soutient et leur aide

Table de matières

Dédicace.....	page 2
Avant-propos.....	page 3
Table de matières.....	page 4
Introduction.....	page 6

Première partie : Généralité sur la cartographie et l'urbanisme, le SIG...

Chapitre I : Cartographie et l'urbanisme

1. Cartographie.....	page 8
1.1. Types de cartographiques.....	page 8
2. Urbanisme.....	page 9
2.1. Unités urbaines.....	page 9
3. Cartographie urbaine.....	page 10

Chapitre II : Système d'Information Géographique

1. Introduction.....	page 11
2. Historique.....	page 12
3. Composantes d'un SIG.....	page 13
4. Données de Système d'Information Géographique.....	page 15
5. Utilisation du SIG.....	page 17

Deuxième partie : Aperçue général sur la ville de Fès

Chapitre 1 : Région étudiée

1. Fès-Boulmane.....	page 19
2. Ville de Fès.....	page 19
3. Fondation de la ville de Fès.....	page 20
4. Caractéristiques naturelles.....	page 21
5. Découpage administratif.....	page 22

5.1. Saïs.....	page 23
5.2. Agdal.....	page 23
5.3. Zouagha.....	page 23
5.4. Autres communes.....	page 24

Troisième partie : Mise à jour de la Cartographie Urbaine de la ville de Fès par le SIG

Chapitre I : Outils de travail

I. Logiciel ArcGIS.....	page 26
II. Google Earth.....	page 27
III. WikiMapia.....	page 28
IV. Mise à jour de la carte urbaine.....	page 29

Chapitre II : Activités pratiques

I. Géo-référencement d'une image satellitaire récente de Fès.....	page 30
II. Mise à jour des différentes données.....	page 30
1. Réseau routier.....	page 30
2. Bâti.....	page 32
2.1. Classes pour différencier la nature du bâti.....	page 37
3. Réseau hydrographique.....	page 38
Conclusion.....	page 39
Liste de figures.....	page 40
Bibliographie et Webliographie.....	page 41

Introduction

Les communes disposent de plans spécialisés sans concordance d'échelles propres à chaque service (cadastre, concessionnaire de réseaux d'eau, d'assainissement,...) et pas toujours à jour. La recherche de renseignements est difficile pour les élus, les administrations, les entreprises, les citoyens, etc...

Les lois de décentralisation et notamment celles relatives au transfert des compétences ont donné aux collectivités territoriales des pouvoirs accrus dans le domaine et la gestion de l'espace et de l'occupation des sols. Les communes ont besoin d'outils d'aide à la décision simples d'utilisation et pouvant répondre aux problématiques de la gestion de territoire, de l'amélioration des infrastructures routières, de la gestion de l'eau, de la protection de l'environnement, etc...

C'est dans cette optique que Fès, ville touristique et artisanale par excellence du Royaume du Maroc, se doit d'être munie d'une banque de données urbaines pour un accès facile aux informations géographiques, non seulement pour les élus locaux, les touristes mais aussi pour les autres citoyens de Fès, en vue de faciliter la circulation des biens et de personnes dans la ville et bien sûr d'apporter aux habitants une connaissance approfondie de leur environnement de vie. L'étude portera uniquement sur un environnement urbain (la ville de Fès), disposant d'informations sur cet environnement urbain ces derniers seront organisés dans un SIG (Système d'Information Géographique) que l'on pourra mettre à jour selon les besoins et les moyens. La base de données créée au niveau de périmètre urbain de Fès sera passible de mise à jour antérieure.

Le but de ce travail consiste à élaborer une mise à jour géo-spatiales des deux communes Agdal et Saïs de la nouvelle ville de Fès.

Première partie :

Généralités sur :

La cartographie et l'urbanisme,
Le SIG,...

Chapitre I :

Cartographie et l'urbanisme

1. La cartographie

La cartographie désigne la réalisation et l'étude des cartes géographiques et géologiques. Elle est très dépendante de la géodésie, science qui s'efforce de décrire, mesurer et rendre compte de la forme et des dimensions de la Terre. Le principe majeur de la cartographie est la représentation de données sur un support réduit représentant un espace généralement tenu pour réel. L'objectif de la carte, c'est une représentation concise et efficace, la simplification de phénomènes complexes (politiques, économiques, sociaux, etc.) à l'œuvre sur l'espace représenté afin de permettre une compréhension rapide et pertinente. La création de carte débute avec la définition du projet cartographique. La collecte d'informations est en deux parties : 1. le relevé des contours et de l'espace support à représenter (fond de carte) ; 2. Le relevé des données statistiques à représenter sur cet espace. Vient ensuite un travail de sélection des informations, de conception graphique (icônes, styles).

1.1 Grandes familles cartographiques

De nombreuses sous-branches existent. La plus élémentaire est la cartographie politique, qui définit les frontières, historiquement très liée à la cartographie physique, qui définit les éléments du relief que sont monts et collines, plaines et rivières, et maintenant développée en une cartographie topographique exposant précisément les élévations ou dépressions. D'autres branches notables sont la cartographie humaine, avec la cartographie socio-statistique qui expose sur l'espace du papier les aspects sociaux que sont les densités humaines, les richesses, etc. La cartographie des flux (économiques, humains, biologiques) et la cartographie géopolitique qui expose les forces et faiblesses d'entités exposées sont également très appréciées pour illustrer, simplifier (sélectionner), communiquer et comprendre dans leur extension en surface des phénomènes complexes.

Il existe de nombreux types de cartographies posant des problématiques spécifiques de relevé d'informations. Ci-dessous quelques exemples :

- Cartographie physique
- Cartographie biologique
- Cartographie humaine (statique)
- Cartographie politique et administrative
- Cartographie des flux
- Cartographie historique

2. L'urbanisme

L'urbanisme est à la fois un champ disciplinaire et un champ professionnel recouvrant l'étude de phénomène urbain, l'action d'urbanisation et l'organisation de la ville et des territoires. Ces personnes qui exercent ce métier sont des urbanistes.

Selon les traditions académiques, cette discipline est associée tantôt à l'architecture, tantôt à la géographie, selon l'aspect mis en avant, l'intervention urbaine ou l'étude théorique (SIPES, 2008)

2.1. Unité urbaine

La notion d'unité urbaine repose sur la continuité du bâti et le nombre d'habitants. On appelle unité urbaine une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) qui compte au moins 2 000 habitants.

Si l'unité urbaine se situe sur une seule commune, elle est dénommée ville isolée. Si l'unité urbaine s'étend sur plusieurs communes, et si chacune de ces communes concentre plus de la moitié de sa population dans la zone de bâti continu, elle est dénommée agglomération multicommunale.

Sont considérées comme rurales les communes qui ne rentrent pas dans la constitution d'une unité urbaine : les communes sans zone de bâti continu de 2000 habitants, et celles dont moins de la moitié de la population municipale est dans une zone de bâti continu.

3. cartographie urbaine

La cartographie urbaine est la production des cartes qui représente le coté urbanisme d'une région donnée, en se basant sur des photos satellitaires, des photos aériennes, et des photos niveau de sol.



Figure 1: l'utilisation des différents types d'images pour la cartographie urbaine

Chapitre II

Le système d'information géographique

1. Introduction

Un **système d'information géographique (SIG)** est un système d'information permettant de créer, d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, autrement dit géoréférencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Ses usages couvrent les activités géomatiques de traitement, de partage et de diffusion de l'information géographique. La représentation est généralement en deux dimensions, mais un rendu 3D ou une animation présentant des variations temporelles sur un territoire sont possibles.

Beaucoup de personnes assimilent un SIG à un logiciel alors que ce n'est que l'une des composantes d'un ensemble incluant le matériel, l'immatériel, les acteurs, les objets et l'environnement, l'espace et la spatialité. Le logiciel offre les fonctions utiles à l'exploitation d'un SIG.

L'usage courant du système d'information géographique est la représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatial en se basant sur des primitives géométriques : points, des vecteurs (arcs), des polygones ou des maillages (raster). À ces primitives sont associées des informations attributaires telles que la nature (route, voie ferrée, forêt, etc.) ou toute autre information contextuelle (nombre d'habitants, type ou superficie d'une commune par ex.). Le domaine d'appartenance de ce type de systèmes d'information est celui des sciences de l'information géographique.

L'information géographique peut être définie comme l'ensemble de la description d'un objet et de sa position géographique à la surface de la Terre. (EL GAROUANI, 2012)

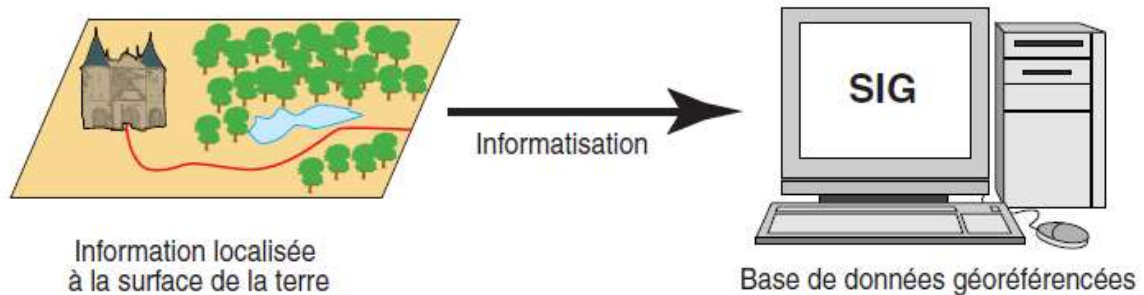


Figure 2: la formation d'une base de données géoréférencées à partir des informations localisées à la surface de la terre

2. Historique :

Dans les années 1960, les cartes de l'Afrique de l'Est trop nombreuses pour permettre de localiser les meilleurs endroits pour créer de nouvelles implantations forestières font naître l'idée d'utiliser l'informatique pour traiter les données géographiques.

L'usage accru de ces techniques et méthodes dans la science et l'aménagement du territoire et pour le suivi, la gestion et protection de la biodiversité a été permis par l'avancée de l'informatique, et encouragé par la prise de conscience environnementale. Cette évolution des applications a permis de nouvelles approches scientifiques transdisciplinaires et collaboratives. Et ce depuis les années 1970.

Maguire et al. (1991) distinguent trois périodes principales dans l'évolution des SIG :

- fin des années 1950 – milieu des années 1970 : début de l'informatique, premières cartographies automatiques et naissance de l'éditeur de logiciels SIG ESRI (en 1969) ;
- milieu des années 1970 – début des années 1980 : diffusion des outils de cartographie automatique/SIG dans les organismes d'État (armée, cadastre, services topographiques...);
- depuis les années 1980 : croissance du marché des logiciels, développements des applications sur PC, mise en réseau (bases de données distribuées, avec depuis les années 1990, des applications sur Internet) et une banalisation de l'usage de l'information géographique (cartographie sur Internet, calcul d'itinéraires routiers, utilisation d'outils embarqués liés au GPS...), apparition de logiciels libres ou d'outils dédiés aux pratiques coopératives, etc.

3. Les composantes d'un SIG :

Un système d'information géographique est constitué de cinq composants majeurs :

Les logiciels

Ils assurent les six fonctions suivantes (parfois regroupées sous le terme des « 6A ») :

- saisie des informations géographiques sous forme numérique (Acquisition)
- gestion de base de données (Archivage)
- manipulation et interrogation des données géographiques (Analyse)
- mise en forme et visualisation (Affichage)
- représentation du monde réel (Abstraction)
- la prospective (Anticipation).

Les données

- Taille/dimension de la représentation de la donnée
- Les données géographiques sont importées à partir de fichiers ou saisies par un opérateur. Une donnée est dite "géographique" lorsqu'elle fait référence à un (ou plusieurs) objet(s) localisé(s) à la surface de la Terre. Ses coordonnées sont définies par un système géodésique (ou système de référence spatiale).

Les matériels informatiques

- Le traitement des données se fait à l'aide des logiciels sur un ordinateur de bureau ou sur un ordinateur durci directement sur le terrain. L'ordinateur de terrain avec GPS et laser télémètre permet la cartographie et la collecte des données. La construction de la carte en temps réel et la visualisation de la carte sur le terrain augmente la productivité et la qualité du résultat.
- Exemple du SIG de terrain (technologie Field-Map, surtout utilisé pour les inventaires forestiers) : ce matériel permet la cartographie (par GPS, laser télémètre, stylo), ainsi que la collecte des données. La carte est créée en temps

réel sur le terrain (gain de temps et amélioration de la qualité du travail).

La tendance depuis les années 2000 est à une cartographie précise et interactive, où l'analyse des données se fait de plus en plus in situ, sur le terrain, de même que la validation.

- Des systèmes client-serveur en intranet, extranet voire via Internet facilitent ensuite, et de plus en plus, la diffusion des résultats.

Les savoir-faire

Un système d'information géographique fait appel à une connaissance technique et à divers savoir-faire, et donc divers métiers, qui peuvent être effectués par une ou plusieurs personnes. Le spécialiste doit mobiliser des compétences en géodésie (connaissance des concepts de système de référence et de système de projection), en analyse des données, des processus et de modélisation (analyse Merise, langage UML par exemple), en traitement statistique, en sémiologie graphique et cartographique, en traitement graphique. Il doit savoir traduire en requêtes informatiques les questions qu'on lui pose.

Les utilisateurs

Comme tous les utilisateurs de systèmes d'information géographique ne sont pas forcément des spécialistes, un tel système propose une série de boîtes à outils que l'utilisateur assemble pour réaliser son projet. N'importe qui peut, un jour ou l'autre, être amené à utiliser un SIG. Le niveau de compétences requis pour la conduite des opérations les plus basiques (voir géomatique), est généralement celui de technicien supérieur. Mais afin d'assurer une bonne qualité d'interprétation des résultats de l'analyse des données et des opérations avancées, celles-ci sont généralement confiées à un ingénieur disposant d'une bonne connaissance des données manipulées et de la nature des traitements effectués par les logiciels. Enfin, des spécialistes sont parfois amenés à intervenir sur des aspects techniques précis. (Wikipédia)

Les composantes d'un SIG



Figure 3: les composantes du SIG

4. Les données du système d'information géographique

Les données géographiques possèdent quatre composantes :

- les données géométriques renvoient à la forme et à la localisation des objets ou phénomènes ;
- les données descriptives (qui font partie des données attributaires) renvoient à l'ensemble des attributs descriptifs des objets et phénomènes à l'exception de la forme et de la localisation ;
- les données graphiques renvoient aux paramètres d'affichage des objets (type de trait, couleur...);
- les métadonnées associées, c'est-à-dire les données sur les données (date d'acquisition, nom du propriétaire, méthodes d'acquisition...).

Les données attributaires

Il s'agit de données associées à un objet ou une localisation géographique, soit pour décrire un objet géographique, soit pour localiser des informations : nom d'une route,

type d'un bâtiment localisé par son adresse, nombre d'habitants d'un immeuble localisé par ses coordonnées Lambert, débit d'un cours d'eau, tension d'une ligne de transport d'énergie, type d'arbres dans un verger localisé par sa parcelle, etc. Les données attributaires sont reliées à la géométrie de l'objet.

Les objets géographiques

Trois types d'entités géographiques peuvent être représentés :

- le point (x,y) ou ponctuel ;
- la ligne ((x1,y1), ..., (xn, yn)) ou linéaire ;
- le polygone ou surfacique.

À l'heure actuelle, aucun système d'information géographique ne gère complètement les polyèdres, ou volumiques. Dans le meilleur des cas, celui des logiciels dits 2D^{1/2}, un point (x,y) peut être associé une cote (z) et une seule.

Deux modes de représentations sont possibles :

- vectoriel (format vecteur) : les objets sont représentés par des points, des lignes, des polygones ou des polygones à trous ;
- matriciel (format raster) : il s'agit d'une image, d'un plan ou d'une photo numérisée et affichée dans le SIG en tant qu'image.

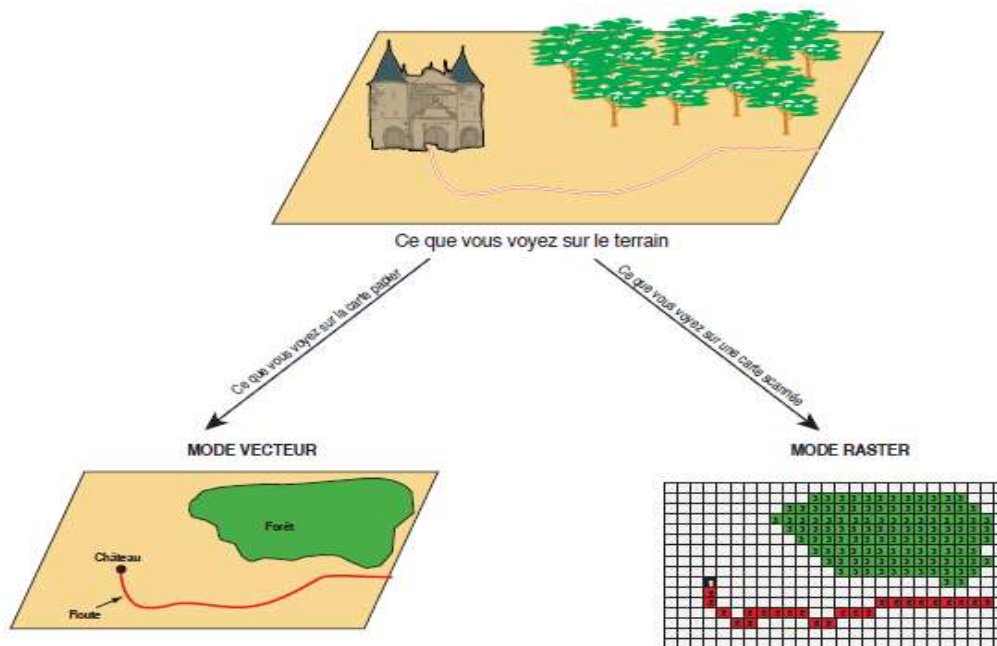


Figure 4: les deux modes de représentation des données

Un système de coordonnées terrestres (sphérique ou projectif) permet de référencer les objets dans l'espace et de positionner l'ensemble des objets les uns par rapport aux autres. Les objets sont généralement organisés en couches, chaque couche rassemblant l'ensemble des objets homogènes (bâti, rivières, voirie, parcelles, etc.).

Exemples de données « raster » :

- Une orthophotographie est une image obtenue par redressement d'un cliché aérien (photo argentique scannée ou photo numérique) pour corriger des déformations dues :
 - au relief du terrain photographié,
 - à la distorsion de l'appareil photographique,
 - à l'inclinaison de la prise de vue.

5. Utilisations

Les SIG sont utilisés essentiellement pour :

- l'analyse spatiale ;
- la gestion de données et de bases de données géographiques ;
- l'aide à la décision, notamment pour l'aménagement du territoire ;
- les définitions de zones de chalandise, implantations de points de vente, aides au médiaplanning notamment en affichage, optimisation de la distribution d'ISA (imprimés sans adresses) ;
- la cartographie ;
- la cartographie réglementaire, destinée à représenter et à rendre opposables les droits à construire sur un terrain particulier. En France, elle permet d'élaborer graphiquement les plan locaux d'urbanisme (PLU) et de les éditer sous forme de documents papiers ou informatiques. La cartographie réglementaire doit permettre de faire le lien entre les différents acteurs de l'immobilier en partant des collectivités publiques compétentes en matière d'urbanisme en passant par les professionnels de la construction (promoteurs immobiliers et maîtres d'œuvres) sans oublier le public non professionnel.

Deuxième partie :

Aperçue général sur la ville de Fès

Chapitre 1 : Région étudiée

1. Fès-Boulmane

La région Fès-boulmane est composée de trois provinces (Séfrou, Boulmane et Moulay yaâkoub) et de la préfecture de Fès. Le nombre de commune rurale est de 48 alors que celui des communes urbaines est de 12, cette région couvre une superficie de 19790 Km² dont 5400Km² pour la seule wilaya de Fès. (Enhanced-Technologies, 2007).

2. La ville de Fès

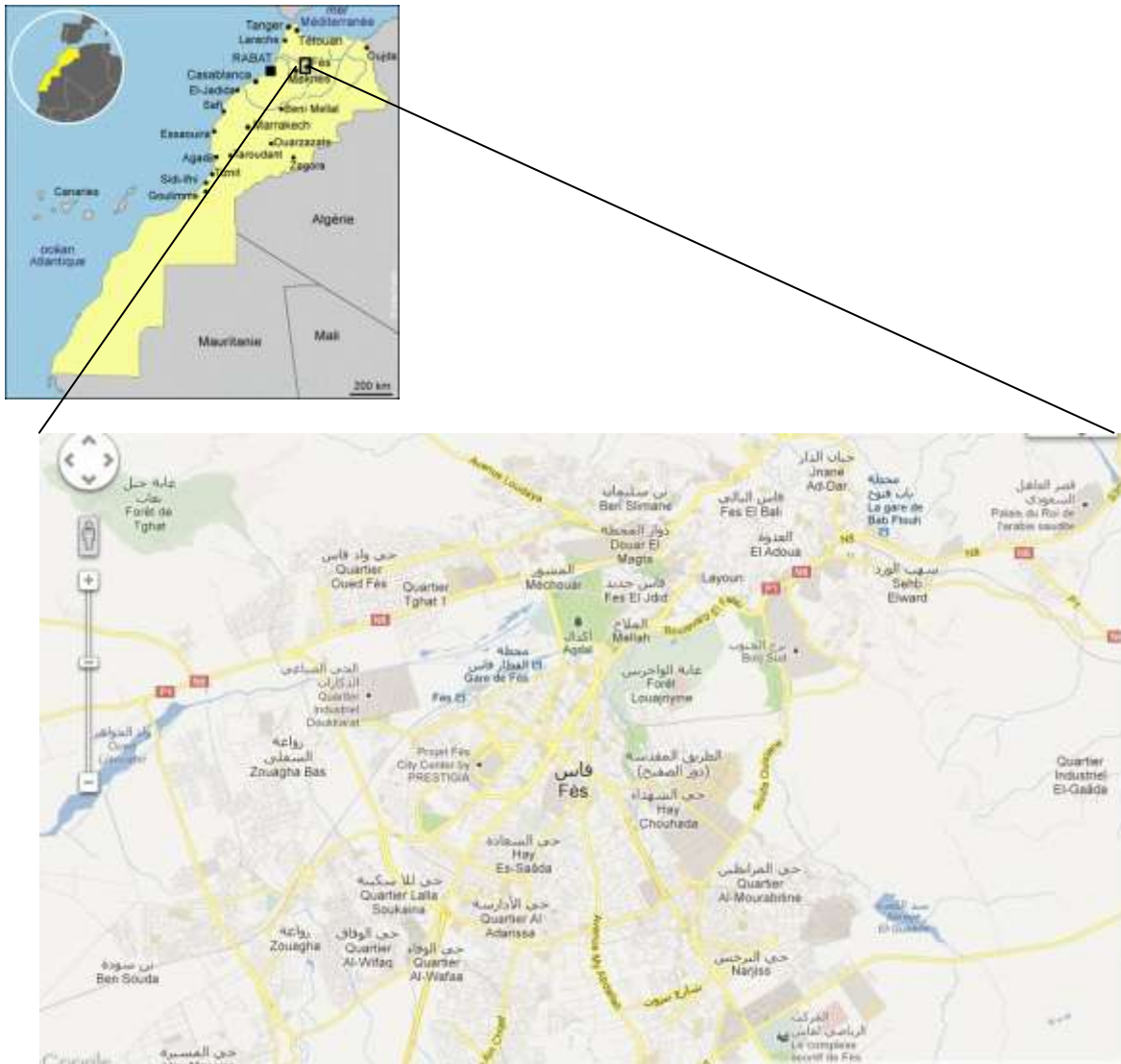


Figure 5: la carte de la ville de Fès

La ville de Fès se situe au centre nord du Maroc, avec une population de 1 050 000, elle est la troisième plus grande ville au Maroc après Casablanca et Rabat-Salé. Sa médina, la plus vieille et grande du monde, un exemple modèle d'une ville orientale, est placée sous la protection de l'UNESCO ; elle est inchangée depuis le XII siècle. Le bleu profond de ses céramiques est l'un des symboles de Fès. Son rayonnement international passé en fait l'une des capitales de la civilisation arabo-musulmane aux côtés de Damas, Bagdad, Cordoue,...

Elle se divise en trois parties :

- Fès el-Jadid : édifiée au XIII siècle par les Mérinides, elle est une cité administrative et royale où le Roi aime à se rendre pour marquer la solennité d'un évènement ou l'importance d'une décision ;
- Fès el-Bali : le plus vieux quartier, édifié par les Idrissides. Fès el-jadid et Fès el-Bali forment la médina de Fès, faisant partie du patrimoine mondiale de l'UNESCO ;
- Fès ville nouvelle (Dar Dbibagh) : construite par les français au temps du protectorat. C'est dans cette partie de Fès que se rencontrent modernité et tradition. (benchekroun, 2010) ;

3. Fondation de la ville de Fès

C'est à Driss II qu'on attribue l'édification de Fès (vers 08), qui devint la capitale de la dynastie des Idrissides (788-956). Le nom de la ville lui-même semble venir de la pioche (fâes en arabe) déterrée lors de l'ouverture des premiers chantiers de construction. On retiendra cette origine que confirment d'ailleurs les habitants de la ville dans leur rôle de bâtiments. Cependant, c'est sous le règne des dynasties Almoravide (1061-1147) et Almohade (1147-1269) que Fès a connue une évolution urbaine et une croissance économique sans précédent. Outre l'unification de l'ensemble de l'espace historique de la ville et son intégration à l'intérieur d'une même enceinte fortifiée, on assiste au déclenchement d'une révolution urbaine

œuvres architecturales, hydrauliques qui permirent la réalisation de grandes œuvres commerciales.

Les débuts de la dynastie alaouite à Fès (à partir de 1658) ont été marqués par les réalisations dans le domaine de l'architecture militaire, l'augmentation des équipements culturels et un important effort de restauration. Ainsi, au fil de sa vie exceptionnelle, Fès a accumulé un patrimoine architectural et urbain extrêmement riche et diversifié. L'UNESCO a reconnu la valeur de cet héritage culturel en décidant, sur recommandation de feu sa Majesté Hassan II, d'inscrire dès 1981 l'espace historique de la médina sur la liste du patrimoine universel de l'humanité.

Sous la direction de Lyautey et d'après les plans de l'architecte Henri Prost, une nouvelle ville se développe dans les environs de Dar Dbibagh au sud de Fès Jdid. Si elle fut dans un premier temps le quartier résidentiel des européens, la « ville nouvelle » a continué à se développer comme ville arabe moderne avec de nouveaux quartiers de villas. Les autorités, institutions et entreprises de services s'y sont installées (Enhanced-Technologies, 2007)

4. Caractéristiques naturelles

Relief :

La préfecture de Fès, capitale de la région, se place à une heure et demie de voyage, par autoroute, de la côte occidentale marocaine. Deux grands domaines structuraux modulent l'espace de cette région :

- Le domaine Atlasique qui représente le lieu de naissance des principaux cours d'eau de la région.
- Le domaine des hauts plateaux géographiquement discontinu à l'intérieur du territoire régional, On y distingue :
 - D'une part, le Saïss, enclavé entre les montagnes du Rif et du Moyen-Atlas dont l'extrême richesse s'explique par l'abondance des eaux et par une topographie relativement plane.
 - D'autre part les étendus septentrionales et orientales caractérisés par un climat –aride dû aux influences sahariennes.

Climat

Située dans la région de Saïs, le climat de la région est à la fois méditerranéen et continental. Cela se traduit par une forte amplitude thermique. L'hiver peut, en fonction de l'altitude, s'avérer très rigoureux. Toutefois, cette même altitude garantit des précipitations relativement abondantes, permettant une grande richesse agricole. Bien que le voyage soit possible toute l'année, le printemps et l'automne sont les meilleures saisons pour visiter Fès. A cette période, les températures moyennes maximales varient entre 15° et 22°C et les minimales de 7° à 14°C. L'été, les températures moyennes maximales montent jusqu'à plus de 40°C. Enfin, l'hiver est relativement froid. En décembre, en janvier et en février, les températures moyennes minimales et maximales sont respectivement de 2° et 11°C (MOUSTAINÉ, 2012)

5. Découpage administratif

Fès se divisait en trois provinces et six communes urbaines. Selon le nouveau découpage administratif, décrit par la nouvelle Charte Communale, Fès est devenu désormais une seule province et une seule commune urbaine qui se compose de six arrondissements. La commune urbaine de Mechouar a son propre système. (MHUPV)

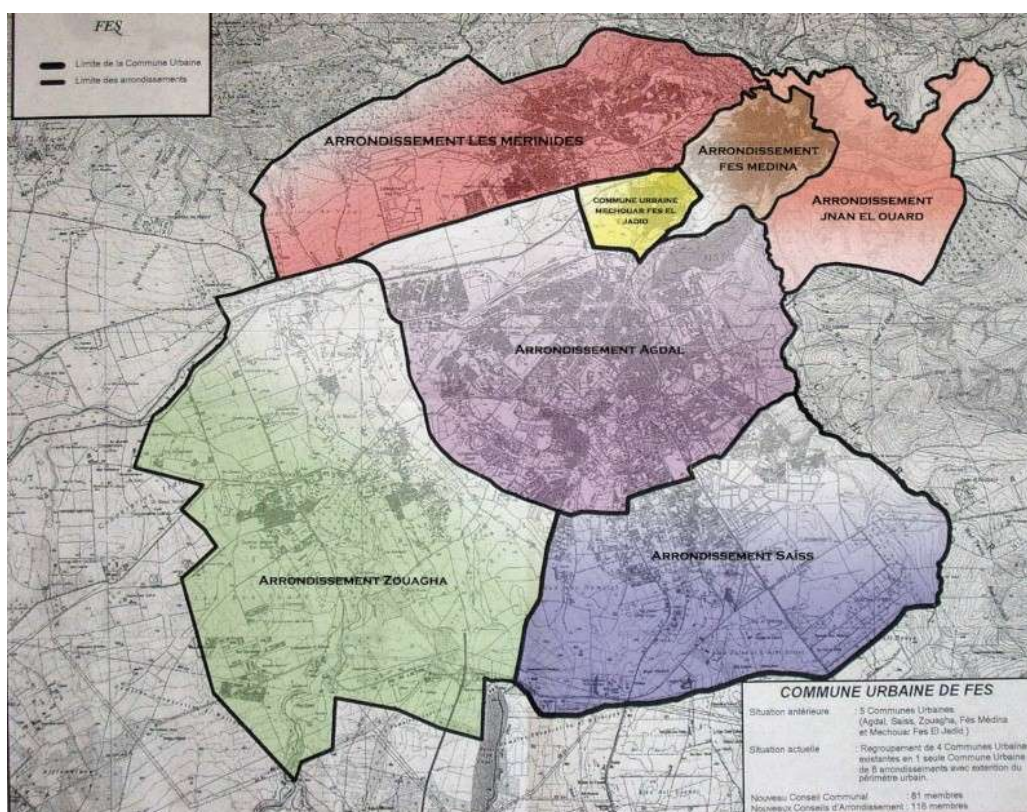


Figure 6: la répartition administrative de la ville de Fès

5.1. Saïss

La superficie de l'arrondissement est estimée de 18,90Km², et de 400m au dessus de la mer. Quant aux limites de l'arrondissement, elles se présentent comme suit :

Au nord : l'arrondissement d'Agdal ;

Au sud : la commune rurale d'Oulad Taïb ;

A l'est : la commune rurale de Sidi Harazem ;

A l'Ouest : l'arrondissement de Zouagha ;

5.2. Agdal

Situation Géographique :

Nord : arrondissement Zouagha, Commune Mechouar Fès Jdid ;

Sud : arrondissement Saïss ;

Est : arrondissement Fès Medina ;

Ouest : arrondissement Zouagha ;

5.3. Zouagha

L'arrondissement Zouagha est l'un des six arrondissements créés par le nouveau découpage administratif de l'année 2003. Cet arrondissement a été créé par décret ministériel n°02-03-136 relatif au nouveau découpage des grandes villes. Il a été considéré comme le prolongement naturel de la province Moulay Yaâkoub, et qu'a connu la ville de Fès en 1990. Actuellement l'arrondissement Zouagha fait partie de l'axe urbain de la préfecture de Fès.

Selon les données statistiques issues du recensement effectué en 1994, la population totale de Zouagha est estimée de 88 199 habitants. Tandis qu'en 2004 ce nombre a été porté à 163 981 habitants, soit un taux annuel de 6,35%.

5.4. Les autres communes

Fès Médina : cette commune urbaine de Fès Médina est née lors du découpage administratif de la province de Fès en Mars 1992. En 2002, cette commune a été divisée en deux arrondissements : Arrondissement FES MEDINA et l'arrondissement JNAN OUARD. La superficie de l'arrondissement de Fès Médina est de plus de 30km².

Mérinides : comme les autres communes, elle est créée par le décret n°02-03-136. (MOUNADILE, 2011)

Troisième partie :

Mise à jour de la Cartographie Urbaine de la ville de Fès par le SIG

Chapitre I : Outils de travail

I. Logiciel ArcGIS

ArcGIS est l'ensemble de logiciels SIG réalisé par la société ESRI.

Le logiciel ArcGIS 9.3 Desktop intègre une suite d'applications dont les principales sont (ESRI, 2004) :

- ArcCatalog  :

Cette application permet de gérer les fichiers de données de l'organisation des bases de données ainsi que d'enregistrer et de visualiser les métadonnées.

- ArcMap  :

Est utilisé pour toutes les tâches de cartographie et de mise à jour ainsi que pour les analyses associées aux cartes.

- ArcToolbox  :

C'est une interface graphique de commandes qui permet d'effectuer les tâches géotraitement et de conversion.

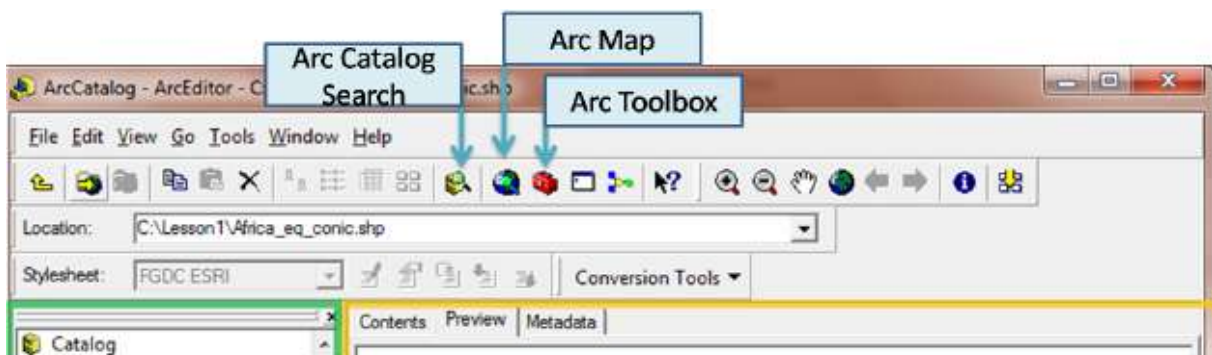


Figure 7: les boutons qui facilitent le travail avec les différentes applications du l'arcGIS

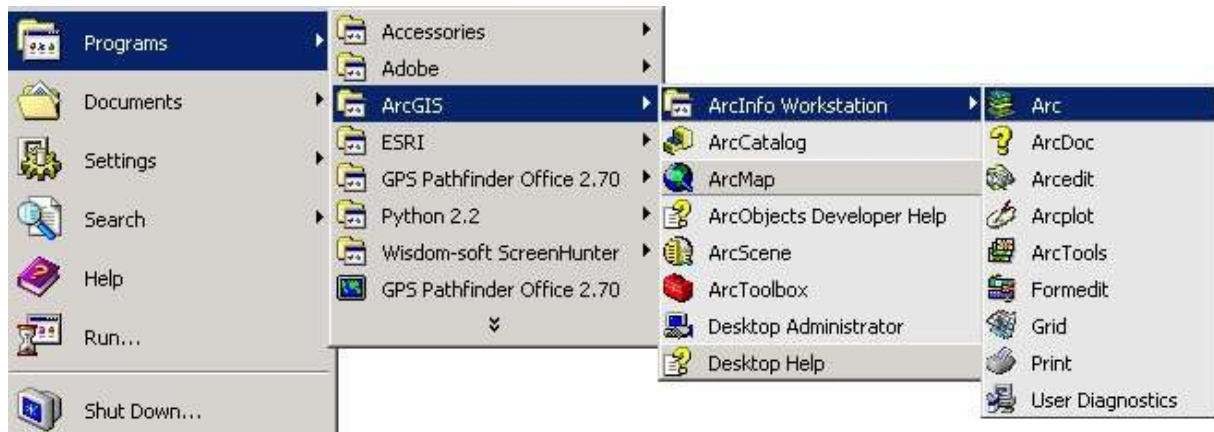
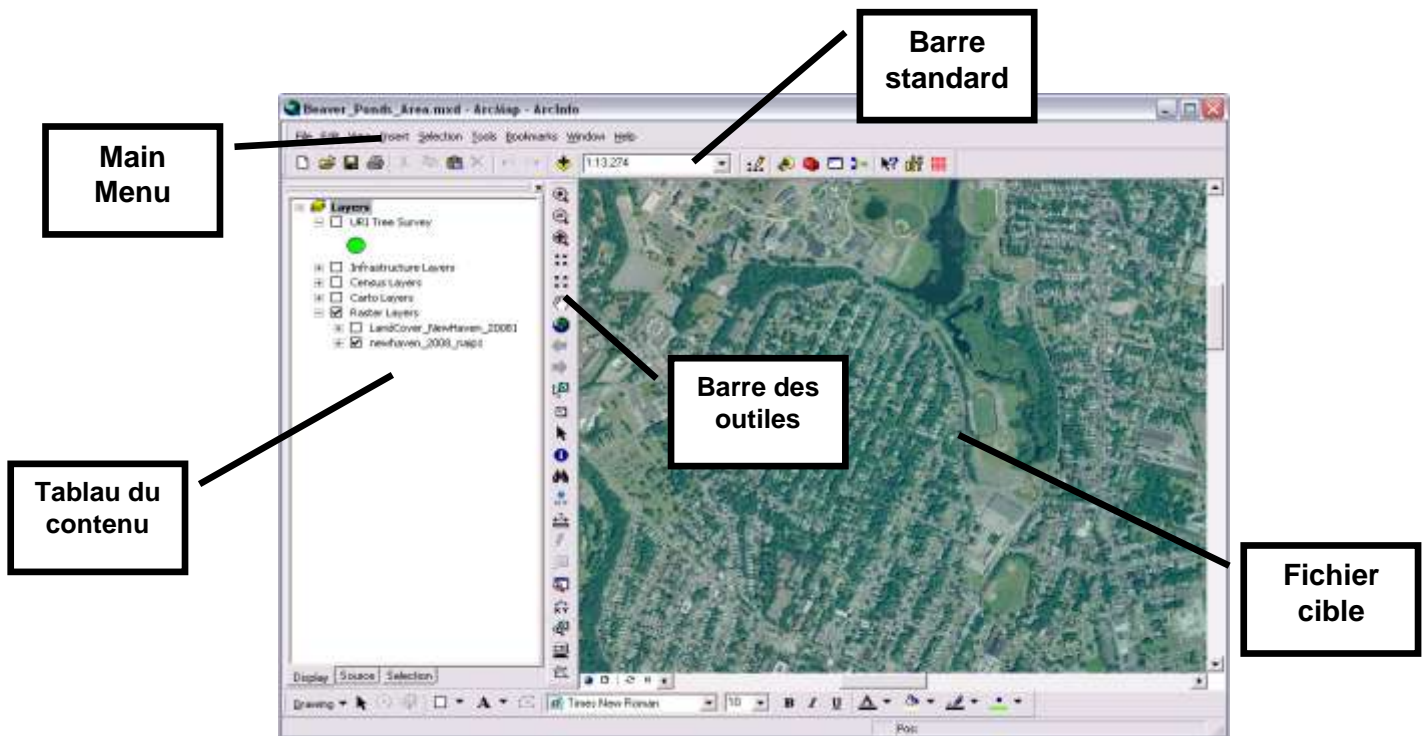


Figure 8: le chemin d'activation l'ArcGIS



Sur la figure ci-dessus on observe les différentes composantes de l'application ArcMap

II. Google Earth

Le logiciel de Google, Google Earth est un outil permettant d'accéder à des photographies aériennes ou satellitaires. Faire le tour de la Terre est désormais possible en un simple clic avec Google Earth. Il suffit de sélectionner un lieu et de

faire un agrandissement. Les informations délivrées ont été conçues de façon à être les plus précises possibles. Deux types de logiciels, dont une version gratuite et une autre payante destinée aux professionnels et disposant de plus d'options sont ainsi utilisés. (Wikipédia)

III. WikiMapia

WikiMapia est un site commercial, un projet inspiré par Google Maps et par Wikipédia (mais lié à aucun des deux), destiné à « cartographier et décrire la planète Terre » vue par satellite. WikiMapia utilise les vues satellitaires de Google Maps et permet de les annoter avec un système de wiki. Les russes Alexandre Koriakine et Saveliev ont lancé ce projet le 24 mai 2006 (Wikipédia)

IV. La mise à jour de la carte urbaine

Notre tâche préconise de toujours utiliser en premier lieu l'information disponible dans les documents cartographiques ou photographiques verticaux déjà existants.

Ceux-ci s'avèrent donc souvent déjà obsolètes. D'une part, la réalité urbaine observée peut évoluer très rapidement. Ainsi, à Fès, une image de la ville prise des années auparavant décrit une situation largement dépassée et ne présente pas l'essentiel de l'extension urbaine actuelle, tant les changements urbains sont rapides dans cette ville depuis le début des années 2000.

D'autre part, les progrès technologiques et économiques récents qui ont provoqué l'apparition de nouvelles sources de données laissent présager de la possibilité de plus en plus fréquente de trouver des données de plus en plus actualisées.

Aujourd'hui, on trouve facilement et à peu près sur n'importe quelle ville un jeu récent de données photographiques aériennes ou spatiales sur lesquelles on distingue correctement les bâtiments.

Par contre, il reste encore assez rare de trouver de tels jeux de données à plusieurs dates différentes pour une même ville.

Pour le moment, il est difficile de pouvoir planifier la réalisation la cartographie sur ces documents les plus récents car leur disponibilité n'est pas bien assurée.

Par contre, il est judicieux de prévoir l'actualisation de votre cartographie dès sa création et de penser à recourir à ces sources une fois réalisée votre cartographie première.

Donc nous utiliserons les documents anciens en premier lieu pour créer notre cartographie, puisque ils existent et sont d'une précision confortable. Dans le choix du document à utiliser, la disponibilité et la précision sont en effet prioritaires sur l'exactitude et l'actualité de la donnée, car : l'exactitude de la localisation géographique peut être introduite à partir d'une autre source (par exemple, par le calage sur relevés GPS de terrain) ; l'actualisation de la donnée peut être faite après.

Une fois que la cartographie existe, elle est facilement actualisable puisque la partie ancienne de l'espace urbain est déjà numérisée : il ne reste donc qu'à la vérification.

Sur Fès, notre cartographie est réalisée à partir de l'image de Google Maps de 2000.

Comme images plus récentes sur cette ville à la période de deux mois avant, nous avons trouvé une image Google Maps du 07 janvier 2013. On pourrait penser qu'à moins d'un mois d'intervalle beaucoup de choses auraient changé. De nombreux nouveaux bâtiments peuvent être repérés, et autres vont être éliminées ce qui est tout à fait cohérent avec le phénomène actuel d'une rapide extension urbaine des villes principales du Maroc. (PIVOT, 2004)

Chapitre II : Activités pratiques

I. Géo-référencement d'une image satellitaire récente de la ville de Fès

Le Géo-référencement est un processus permettant d'établir une relation entre les entités affichées dans notre Système d'Information Géographique et leur position dans le monde réel. Dans notre cas, on a géo-référencé une image de la ville de Fès plus récente (datée de 2012) avec comme système de projection Lambert-Conformal-Conic et Datum de Merchich. Sachant que l'intérêt de cette étape reste primordial pour notre travail, pour la correction et la mise à jour de nos données urbaines et pour l'alimentation de la base de données qu'on va créer par la suite.

II. La mise à jour des différentes données.

Comme c'est déjà citer, nos données nécessitent une réparation et une mise-à-jour vu les changements des habitats et des la création des nouvelles constructions. Pour ce but on a besoin de l'image satellitaire géo-référencée du plan urbain de Fès.

1. Réseau routier

Les routes de la ville de Fès ont également connus un changement voir une évolution au cours de la période entre 2007 et 2012, donc elles nécessitent a leur tour une certaine mise-à-jour.



Figure 9a: image satellitaire sans informations du réseau routier

Après la vérification de la zone cible, la comparaison entre l'image géo-référenciée et la restitution, on passe à l'ajout, la suppression et la correction (mise à jour) des trottoirs qui délimitent les types de routes (principales et secondaires), toujours conservant l'importance de l'information accompagnante lors de la saisie.



Figure 9b: l'ajout des informations par la digitalisation

Notre réseau routier de la restitution de 2007 n'ai pas réalisée et tracé directement comme les autre entités (Le bâti, réseau hydrographique) mais ce qui est mise en place c'est les trottoirs des routes donc, on considère que le réseau routier est une conséquence directe et représentante du réseau des trottoirs.

Chaque trottoir est identifié par son nom et son altitude

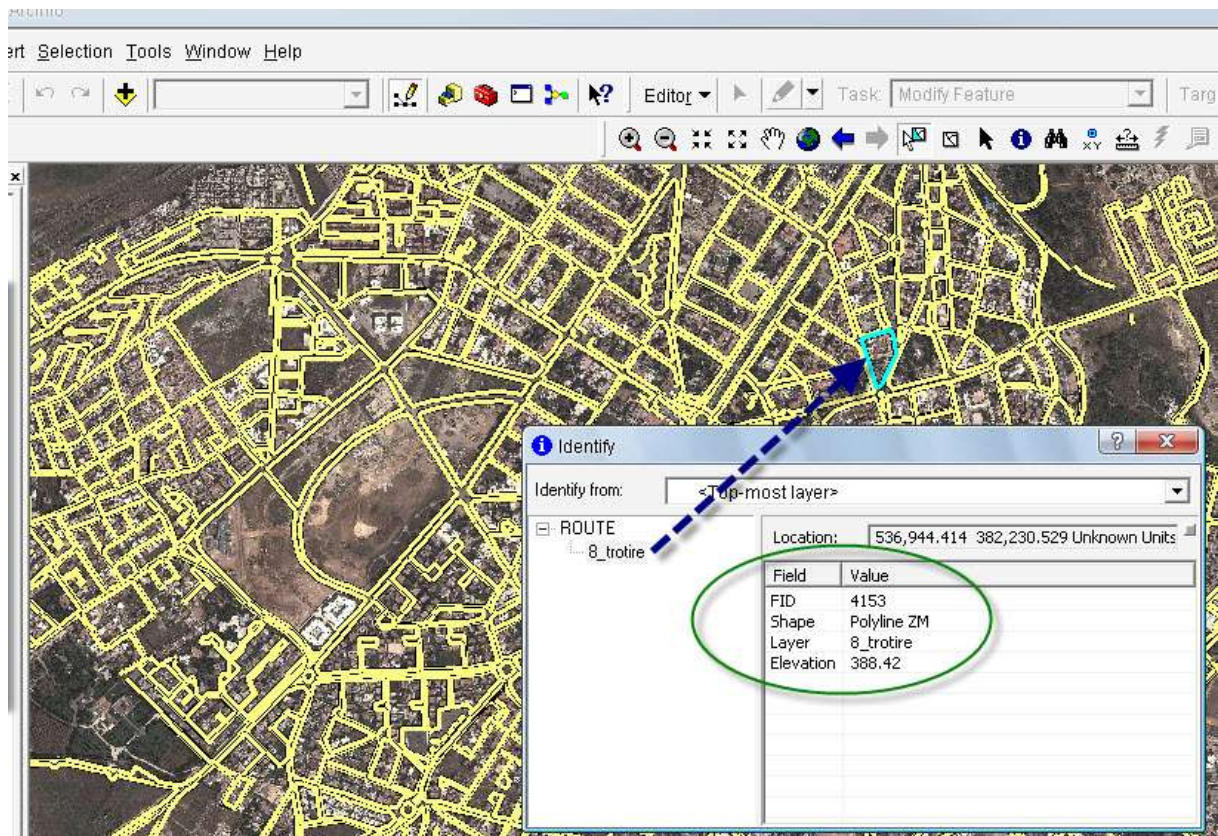


Figure 10: identification de trottoirs

Note : Les trottoirs de la restitution sont soit des polygones ou des polylines, et dans tous les cas, les deux formes sont valables dans notre cas, puisque nous s'intéressons juste à la représentation et la superposition de la forme du trottoir.

2. Bâti

Le bâti comme tout autre composant urbain a connu une évolution remarquable ces dernières années, parallèlement à la croissance démographique et à l'exode rural.

La figure ci-dessous présente des bâtis qui sont construits après 2007, donc une mise-à-jour doit être effectuée.



Figure 11: une zone avant la mise-à-jour du bâti



Figure 10: la zone précédente à l'absence de la photo satellitaire

Après la mise-à-jour de nos bâtis, il y aura plus de manque d'informations sur la région étudiée, et cela apparait nettement sur la couche de données, puisque tout les tout les construits récents l'image satellitaire vont être additionnés sur la couche informationnelle, par l'outil « editor ».



Figure 13a: avant la mise à jour

Ce type d'erreurs de la superposition fausse des bâtiments (surtout dans les zones dense en bâtiments dont les limites ne sont pas claires) ne peuvent pas être à l'origine de la restitution réalisée, car cela nous apparaît impossible puisque le principe et la technique par laquelle s'effectue la restitution ne supporte pas ce type d'erreurs numériques et encore l'erreur n'a pas répandu beaucoup, donc pour nous c'est liée peut-être à la conversion entre les logiciels mis en œuvre avant et durant la restitution.



Figure13b: après la mise-à-jour



Figure 14a: avant la mise-à-jour



Figure14b: après la mise-à-jour

A titre de préciser et d'accomplir ce type de tâches et en présence de données complètes de chaque attribut (dans notre cas : Classe, Type, superficie, code, adresse, numéro de téléphone...), L'additionnement de nouveau bâti doit être nécessairement accompagné par la saisie de données qui concernent ce même bâti, à savoir l'entité (polyline), l'élévation, layerColor, etc...

ID	Shape	OBJECTID	Entity	Layer	Color	EntColor	LyrColor	Elevation	Shape_Leng	Shape_Area	Code	Class	Type	Name
4987	Polygon ZM	14514	Polyline	33_Jardin	3	3	7	426.28	24.991976	37.84315	0			
4988	Polygon ZM	14515	Polyline	33_Jardin	3	3	7	426.28	17.282148	18.5033	0			
4989	Polygon ZM	14516	Polyline	33_Jardin	3	3	7	426.28	16.007248	16.0145	0			
4990	Polygon ZM	14517	Polyline	33_Jardin	3	3	7	426.28	21.841374	27.0886	0			
4992	Polygon ZM	14519	Polyline	33_Jardin	3	3	7	427.16	23.301793	33.5478	0			
4993	Polygon ZM	14520	Polyline	33_Jardin	3	3	7	427.16	24.0083	36.29255	0			
4994	Polygon ZM	14526	Polyline	33_Jardin	3	3	7	428.04	21.350295	25.1955	0			
4995	Polygon ZM	14538	Polyline	33_Jardin	3	3	7	426.72	37.590662	83.374	0			
4997	Polygon ZM	14581	Polyline	6_BDUR_GUELCONGUE	1	1	7	443.84	123.440669	604.6991	0			
4998	Polygon ZM	14582	Polyline	6_BDUR_GUELCONGUE	1	1	7	444.71	122.539182	604.7035	0			
4999	Polygon ZM	14583	Polyline	6_BDUR_GUELCONGUE	1	1	7	443.4	231.202349	1820.7019	0			
5000	Polygon ZM	14584	Polyline	33_Jardin	3	3	7	442.53	78.148312	186.69255	0			
5001	Polygon ZM	14585	Polyline	33_Jardin	3	3	7	443.84	65.328738	174.8112	0			
5007	Polygon ZM	14591	Polyline	30_TROUS_BATI	1	1	7	431	22.330091	27.13065	0			
5030	Polygon ZM	14814	Polyline	6_BDUR_GUELCONGUE	1	1	7	426.25	300.215091	5690.9253	0			
5031	Polygon ZM	14815	Polyline	6_BDUR_GUELCONGUE	1	1	7	429.14	344.274148	2926.45885	0			
5032	Polygon ZM	14816	Polyline	6_BDUR_GUELCONGUE	1	1	7	430.47	439.157275	2685.6991	0			
5033	Polygon ZM	14822	Polyline	30_TROUS_BATI	1	1	7	425.13	16.530688	13.2815	0			
5034	Polygon ZM	14824	Polyline	30_TROUS_BATI	1	1	7	428.84	94.156276	293.8607	0			
5035	Polygon ZM	14825	Polyline	30_TROUS_BATI	1	1	7	428.85	22.798292	31.8543	0			
5036	Polygon ZM	14826	Polyline	30_TROUS_BATI	1	1	7	428.85	23.408878	33.8745	0			
5037	Polygon ZM	14827	Polyline	30_TROUS_BATI	1	1	7	430.03	22.95348	32.4864	0			
5038	Polygon ZM	14828	Polyline	30_TROUS_BATI	1	1	7	430.03	22.52629	31.55295	0			
5039	Polygon ZM	14832	Polyline	6_BDUR_GUELCONGUE	1	1	7	427.06	145.023601	736.16775	0			
5040	Polygon ZM	14833	Polyline	30_TROUS_BATI	1	1	7	431.21	133.833456	564.8304	0			
5053	Polygon ZM	14846	Polyline	6_BDUR_GUELCONGUE	1	1	7	415.69	86.279698	151.38675	0			
5059	Polygon ZM	14851	Polyline	33_Jardin	3	3	7	415.6	110.374019	742.39695	0			
5060	Polygon ZM	14853	Polyline	33_Jardin	3	3	7	415.79	121.86434	633.5138	0			
5061	Polygon ZM	14854	Polyline	33_Jardin	3	3	7	12083.309538	78.670369	241.50645	0			
5068	Polygon ZM	14861	Polyline	33_Jardin	3	3	7	415.86	18.870635	28.2642	0			
5069	Polygon ZM	14862	Polyline	33_Jardin	3	3	7	417.86	16.677093	17.1472	0			
5072	Polygon ZM	14889	Polyline	33_Jardin	3	3	7	422.09	17.739637	17.3294	0			
5073	Polygon ZM	14890	Polyline	33_Jardin	3	3	7	421.89	16.581455	16.01385	0			
5074	Polygon ZM	14891	Polyline	33_Jardin	3	3	7	421.89	17.098951	15.59875	0			
5075	Polygon ZM	14892	Polyline	33_Jardin	3	3	7	420.26	108.159164	680.78575	0			
5076	Polygon ZM	14893	Polyline	33_Jardin	3	3	7	421.85	77.30913	377.947	0			

Figure 15: le tableau montrant la base de données après la mise-à-jour

2.1. Des classes pour différencier la nature de bâti

Deuxièmement, on a ajouté à notre base de données l'élément Classe, qui nous distingue les différentes catégories de bâtis, et là on parle de la description des couches suivantes :

La couche thématique représentant le bâti dans un système va comprendre des classes différentes à savoir :

- ✚ Classe bâti indifférencié : bâtiment, ne possédant pas de fonction particulière pouvant être décrit dans les autres classes de bâtiments surfaciques : bâtiments d'habitation, d'enseignement....
- ✚ Classe bâti remarquable : elle s'agit des bâtiments administratifs, religieux, sportifs et relatifs au transport...
- ✚ Classe bâti industriel
- ✚ Classe construction légère : structure légère non attachée au sol par l'intermédiaire de fondations ou bâtiment quelconque ouvert sur au moins un côté.
- ✚ Classe cimetièrè : lieu où l'on enterre les morts

- ✚ Classe réservoirs : les réservoirs d'eau et château d'eau sont également présents dans la classe réservoir-eau du thème hydrographique.
- ✚ Classe construction linéaire : bâtiment à caractère industriel, commercial ou agricole
- ✚ Classe construction ponctuelle
- ✚ Classe construction surfacique

3. Réseau hydrographique

Quant au réseau hydrographique notre correction va se fonder sur les cours d'eau permanent, intermittents et chaabat.

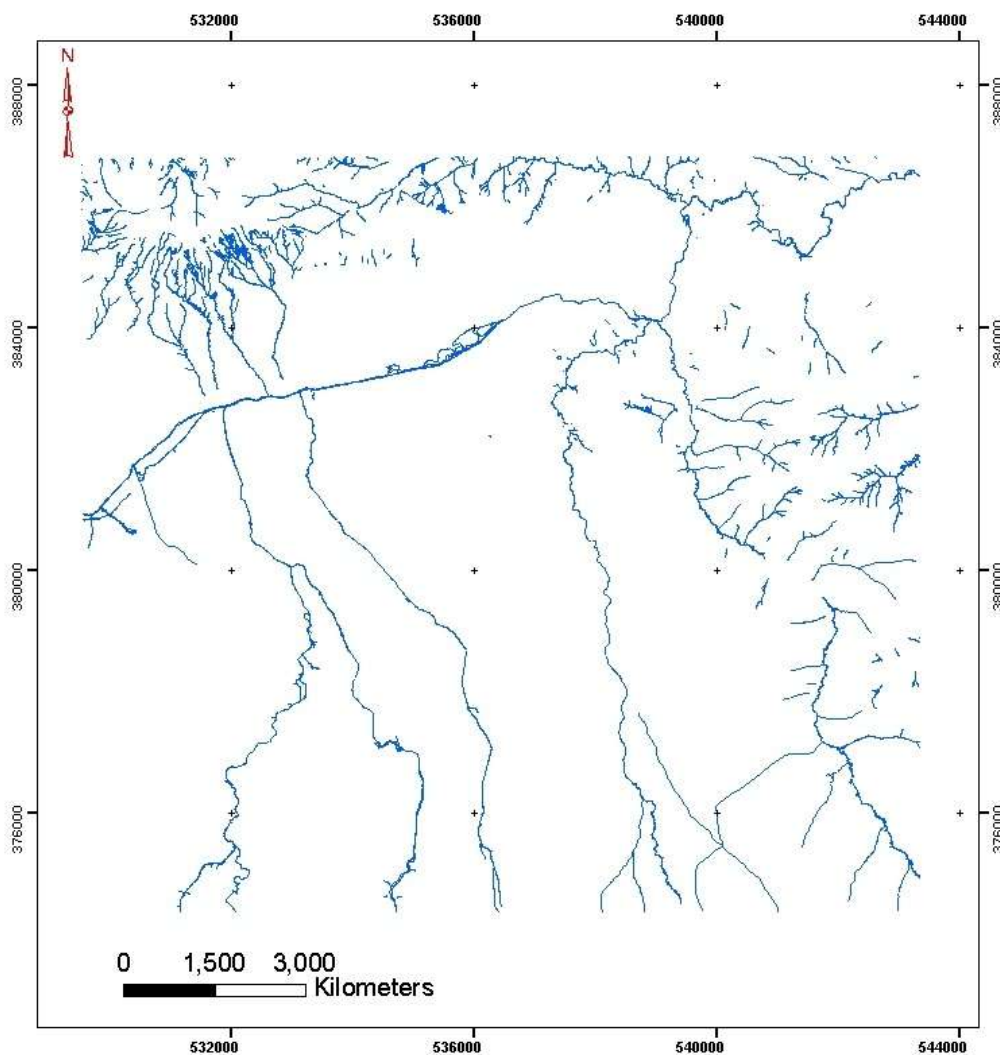


Figure 16: le réseau hydrographique de la ville de Fès

Conclusion

Afin de faciliter l'exploitation, l'extraction et la mise-à-jour de l'information géographique concernant la ville de Fès, on a procédé par l'inventaire et l'élaboration d'une mise-à-jour géo-spatiale du patrimoine de la ville. En effet, ce travail a consisté à mettre à jour les données transférées à partir de la restitution de la ville de Fès datée de 2007 en se basant sur une image satellitaire de la ville téléchargée de Google Earth datée de 21-11- 2012, ainsi que sur le plan urbain de la ville. On s'est intéressé à la couche du bâti et la couche des routes.

On a procédé à la mise-à-jour en utilisant ArcGIS, Google Earth et WikiMapia. Ces outils ont un rôle très important dans la réalisation et la mise-à-jour des données urbaines de la Ville de Fès. La base de données urbaine à jour aide les utilisateurs dans leur recherche d'informations ainsi que pour leur prise de décision.

Liste de figures

Figure 1: l'utilisation des différents types d'images pour la cartographie urbaine.

Figure 2: la formation d'une base de données à partir des informations localisées à la surface de la terre.

Figure 3: les composantes du SIG.

Figure 4: les deux modes de représentation des données.

Figure 5: la carte de la ville de Fès.

Figure 6: la répartition administrative de la ville de Fès.

Figure 7: les boutons qui facilitent le travail avec les différentes applications de l'ArcGIS.

Figure 8: le chemin d'activation de l'ArcGIS.

Figure 9a: image satellitaire sans informations du réseau routier.

Figure 9b: l'ajout d'informations par la digitalisation.

Figure 10 : identification de trottoirs

Figure 11: une zone avant la mise-à-jour du bâti.

Figure 12: la zone précédente à l'absence de la photo satellitaire

Figure 13a: avant la mise-à-jour.

Figure 13b : après la mise-à-jour.

Figure 14a : avant la mise-à-jour.

Figure 14b : après la mise-à-jour.

Figure 15: le tableau montrant la base de données après la mise-à-jour.

Figure 16: le réseau hydrographique de la ville de Fès.

Bibliographie et Webliographie

EL GAROUANI A (2012) – Système d’Information Géographique, Cours GME – S4, FST-Fès, 30 p.

ESRI, (2004) Application SIG bureautiques : ArcView, ArcEditor et ArcInfo
http://www.esrifrance.fr/iso_album/quest-ce-que-argis93_part3.pdf

ESRI, 2012. Les SIG. <http://www.esrifrance.fr/sig1.aspx>

Enhanced-Technologies, (2012), portail de la ville de Fès,
<http://www.fesboulmane.ma/potal/mediatype/html/user/anon/page/defaultaccueil?notheid=3861>

MOUSTAINÉ M, (2012) Intervention et élaboration d’une base de donnée géo-spatiale du patrimoine touristique et culturel de la nouvelle ville de Fès. Mémoire de Master, FST-Fès, 100 P.

MHUPV (Ministère de l’Habitat de l’Urbanisme et de la Politique de la ville) (2007). Code d’urbanisme : Une Démarche Novatrice pour un Projet Partagé,
<http://www.marocurb.gov.ma>

PIVOT F (2004) la représentation géographique des images urbaine documents photographiques des formes architecturales. Mémoire Master, Ecole Nationale des ingénieurs de Saint-Etienne.

Wikipédia, la ville de Fès, <http://www.travelin-morocco.com/fr/guides/fes-10.html>