

*République Algérienne Démocratique et Populaire*

**Université Saad Dahlab-Blida**  
**Institut d'informatique**

*Mémoire présenté pour l'obtention*  
*Du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Informatique*

**SUJET**

*Conception et réalisation d'une base de données géographiques*  
*Application au complexe urbain de Miliana*



Promotrices : - M<sup>elle</sup> Benblidia Nadja  
- M<sup>elle</sup> Reguieg F. Zohra

Présenté par : - Ouzzane Manelle  
- Mekhati Halima

Promotion : 2003/2004

MG-004-29

MIG-004-29-1



# Remerciements

*Nous remercions avant tous le bon dieu qui nous a donné force et volonté pour pouvoir réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier nos promotrices M<sup>elle</sup> Benblidia ainsi que M<sup>elle</sup> Reguieg pour nous avoir proposé ce sujet et accepté de suivre nos travaux, pour leur coopération, aide, patience et encouragements et pour nous avoir donné l'honneur de travailler avec elles.*

*Aussi, nous tenons à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements à M<sup>r</sup> Aimeur Ali pour son aide, ces conseils et sa générosité.*

*Nos sincères remerciements vont également à M<sup>r</sup> Gasmi Nacer chef de projet à l'URBAB pour sa compréhension, son aide et pour toutes les facilités qu'il nous a accordé.*

*Nos gratitude et nos vifs remerciements à M<sup>elle</sup> Kadi Soufifa, pour sa générosité, disponibilité et son aide précieux, ainsi qu'a tous les travailleurs de l'URBAB.*

*Nous tenons à remercier vivement tous les membres de nos familles et surtout nos parents pour leur amour, aide, encouragements et confiance.*

*Sans oublier de remercier tous ceux qui d'une manière ou d'une autre, de près ou de loin, nous ont apporté de l'aide durant toutes nos années d'étude.*

## إهداء

إلى أمي التي لن أتمكن أبدا من شكرها

إلى إخوتي الذين أحمل لهم كل الحب

إلى إبنني الذي أتمنى له كل الخير

إلى أفراد عائلتي

إلى كل من شجعني على مواصلة تعليمي

إلى صديقاتي اللاتي قدمن لي صداقتهن، جبهن و دعمهن

إلى كل من علمني بصدق و عاملني بصدق

إلى وطني الذي أتمنى أن أساهم في بنائه.

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail de tout mon cœur avant tout*

*A mes très chers parents pour leur soutien  
sans limite pendant mes études*

*A la mémoire de mon défunt grand frère Mohamed,  
que Dieu lui accorde sa miséricorde*

*A mes sœurs Kheira, Mira, Saida, Yamina, Fatiha  
A mon petit frère Lakhder*

*A mes très chères amies Imene et Farida sans jamais  
oublier leur aide et soutien moral*

*A tous mes chères amies en particulier Ghania, Saliha  
Rima, Asma, Nadjat, Jouher, Dalila, Aicha*

*A ma chère amie et binôme pour son aide ainsi que sa  
famille en exception sa mère Mimi*

*halima*

III.2.6 Conclusion	35
III.3 Analyse et conception avec OMT	36
III.3.1 Description de problème	36
III.3.2 Construction du Modèle Objet	36
III.3.3 Le dictionnaire de données	39
III.3.4 Elaboration des relations d'agrégation et d'héritage	42
III.3.5 Les classes et les associations	43
III.3.6 Le modèle d'objet final	44
III.3.7 Description des opérations	47
III.4 Modélisation des données géographiques	48
III.4.1 Schéma de la base de données géographique en HBDS	48
III.5 Conclusion	50
<b>Chapitre IV</b> <b>Réalisation de la base de données géographiques</b>	
IV.1 Introduction	51
IV.2 Description de MapInfo	51
IV.3 Présentation des classes d'objets en tables	52
IV.4 Intégration des données numériques	59
IV.5 Choix de système de projection	61
IV.6 Création des couches vectorielles et des tables	62
IV.6.1 Acquisition des données vectorielles	63
IV.6.2 Saisie des données attributaires	64
IV.7 Intégration de l'image aérienne	65
IV.7.1 Assemblage des images aériennes	66
IV.7.2 Calage de l'image numérique	68
IV.8 Résultats	70
<b>Chapitre V</b> <b>Exploitation de SIG et résultats</b>	
V.1 Introduction	71
V.2 La présentation des données	71
V.3 La production des cartes par le SIG	75
V.4 L'analyse des données avec le SIG	76
V.4.1 L'analyse thématique	76
V.4.2 Les cartes 3D	77
V.4.3 Les cartes prismatiques	77
V.4.4 La sectorisation	78
V.4.5 L'analyse statistique d'une variable	79
V.4.6 Les cartes graphiques	80
V.5 Les Requêtes SQL	80
V.5.1 Le SQL	80
V.5.2 Requêtes sur une table unique	82
V.5.3 Requêtes sur plusieurs tables	82

V.6 L'analyse spatiale	83
V.6.1 Utilisation des opérateurs spatiaux	83
V.6.2 Le géocodage	84
V.6.3 La recherche dans un SIG	85
V.6.4 L'utilisation des tampons	86
V.7 Utilisation du SIG dans un rapport	86
V.8 La mise en page	87
V.9 Conclusion	87
<b>Conclusion générale</b>	89
<b>Références</b>	91
<b>Glossaire</b>	93



## *Listes des Figures et des tableaux*

<i>Figure 1 Composantes d'un SIG</i>	2
<i>Figure 2 Structure d'une base de données géographique</i>	3
<i>Figure I.1 Structure de Miliana à l'époque Romaine</i>	7
<i>Figure I.2 Structure de Miliana à l'époque Arabo_Musulmane</i>	8
<i>Figure I.2 Structure de Miliana à l'époque Turque</i>	9
<i>Figure I.3 Structure de Miliana à l'époque coloniale entre (1929 à 1954)</i>	10
<i>Figure I.4 Structure de Miliana à la deuxième extension de l'époque coloniale (1954 à 1962)</i>	10
<i>Figure I.5 Structure de Miliana après l'indépendance</i>	11
<i>Figure I.6 Le levé topographique</i>	12
<i>Figure II.1 Modes de représentation de l'information géographique dans un SIG</i>	19
<i>Figure II.2 HBDS " Hypergraphs Based Data Structure</i>	22
<i>Figure II.3 Les éléments fondamentaux de la méthode HBDS</i>	23
<i>Figure II.4 Exemple de représentation des objets</i>	24
<i>Figure II.5 Exemple de représentation des attributs composés</i>	24
<i>Figure II.6 Exemple de MCD dans HBDS</i>	25
<i>Figure II.7 Exemple de SCD dans HBDS</i>	25
<i>Figure II.8 Exemple de MCD général</i>	26
<i>Figure II.9 Exemple de SCD général</i>	27
<i>Figure II.10 Exemple de SCD sans classes géométriques</i>	27
<i>Tableau III.1 Le dictionnaire de données de la base de données</i>	41
<i>Figure III.1 Schéma représente l'agrégation dans la base de données</i>	42
<i>Figure III.2 Schéma représente l'héritage dans la classe Observation</i>	42
<i>Figure III.3 Schéma représente l'héritage dans la classe Point-eau</i>	43
<i>Figure III.4 Diagramme d'objet initial</i>	44
<i>Figure III.5 Diagramme d'objet pour la base de données</i>	45
<i>Tableau III.2 Les méthodes sur les classes</i>	48
<i>Figure III.6 Schéma de la base de données géographiques en HBDS</i>	49
<i>Tableau III.1 Table commune</i>	54
<i>Tableau III.2 Table Espace libre</i>	54
<i>Tableau III.3 Table Ilot</i>	55
<i>Tableau III.4 Table parcelle</i>	56
<i>Tableau III.5 Table Permanence_Bâti</i>	56
<i>Tableau III.6 Table Arbre</i>	57
<i>Tableau III.7 Table Point_Electrique</i>	57
<i>Tableau III.8 Table Canalisation_ assainissement</i>	57
<i>Tableau III.9 Table Conduite_Eau</i>	57



<b>Tableau III.10</b> <i>Table Regard</i>	57
<b>Tableau III.11</b> <i>Table Vanne</i>	58
<b>Tableau III.12</b> <i>Table Voirie</i>	58
<b>Tableau III.13</b> <i>Table Observation_Equipement</i>	58
<b>Tableau III.14</b> <i>Table Observation_Divers</i>	58
<b>Tableau III.15</b> <i>Table Point_Coté</i>	58
<b>Tableau III.16</b> <i>Table Permanence_Ligne</i>	59
<b>Tableau III.17</b> <i>Table Ligne_Arbre</i>	59
<b>Tableau III.18</b> <i>Table Muraille_Historique</i>	59
<b>Tableau III.19</b> <i>Table Bouche_Incendie</i>	59
<b>Figure VI.1</b> <i>Intégration des données et résultats</i>	60
<b>Figure IV.2</b> <i>Utilisation de traducteur universel</i>	61
<b>Figure IV.3</b> <i>Système de projection</i>	62
<b>Figure IV.4</b> <i>Exemple de création d'une table</i>	62
<b>Figure IV.5</b> <i>Acquisition des données vecteurs</i>	63
<b>Figure IV.6</b> <i>Exemple de trou entre deux polygones</i>	64
<b>Figure IV.7</b> <i>Exemple d'insertion de données en MapInfo</i>	64
<b>Figure IV.8</b> <i>Exemple de saisie des données en Access</i>	65
<b>Figure IV.9</b> <i>Image aérienne du site d'étude</i>	66
<b>Figure IV.10</b> <i>Exemple d'une image prise entre deux angles différents</i>	67
<b>Figure IV.11</b> <i>Image assemblée</i>	68
<b>Figure IV.12</b> <i>Opération de calage sur l'image aérienne</i>	69
<b>Figure IV.13</b> <i>Base de données géographiques des différentes couches</i>	69
<b>Figure IV.14</b> <i>Exemple d'interrogation de la couche raster</i>	70
<b>Figure V.1</b> <i>L'interface de l'utilitaire CopyPlus</i>	72
<b>Figure V.2</b> <i>La carte de présentation de la ville</i>	73
<b>Figure V.3</b> <i>La carte des permanences</i>	73
<b>Figure V.4</b> <i>Une partie de réseau d'assainissement</i>	74
<b>Figure V.5</b> <i>Une partie de réseau d'AEP</i>	74
<b>Figure V.6</b> <i>Exemple de présentation des données dans le SIG</i>	75
<b>Figure V.7</b> <i>Analyse thématique par symboles représentant la répartition des commerces dans la ville</i>	76
<b>Figure V.8</b> <i>Exemple d'analyse en trois dimensions sur la répartition des logements dans la ville</i>	77
<b>Figure V.9</b> <i>Carte prismatique représentant la hauteur maximale des bâtiments dans les parcelles</i>	78
<b>Figure V.10</b> <i>Exemple de sectorisation représentant les zones homogènes dans la zone d'étude</i>	78
<b>Figure V.11</b> <i>Exemple de statistique sur la population dans la ville</i>	79
<b>Figure V.12</b> <i>Exemple de statistique sur la table des parcelles</i>	79
<b>Figure V.13</b> <i>Exemple de sélection montrant les voiries de type "rue"</i>	82
<b>Figure V.14</b> <i>Sélection des îlots contenant des points électriques en utilisant le champ ".obj"</i>	84

<b>Figure V.15</b> Exemple de géocodage de la table des équipements avec utilisation des étiquettes	85
<b>Figure V.16</b> Exemple de résultat d'une recherche d'un hôpital dans la ville	85
<b>Figure V.17</b> Exemple d'exploitation de la base de données à partir d'un document Word	86
<b>Figure V.18</b> Carte de Miliana	87

En général, les SIG fournissent un ensemble d'outils pour la saisie, la gestion, l'analyse et la manipulation des données, ainsi que la présentation des résultats sous forme graphique ou de rapport.

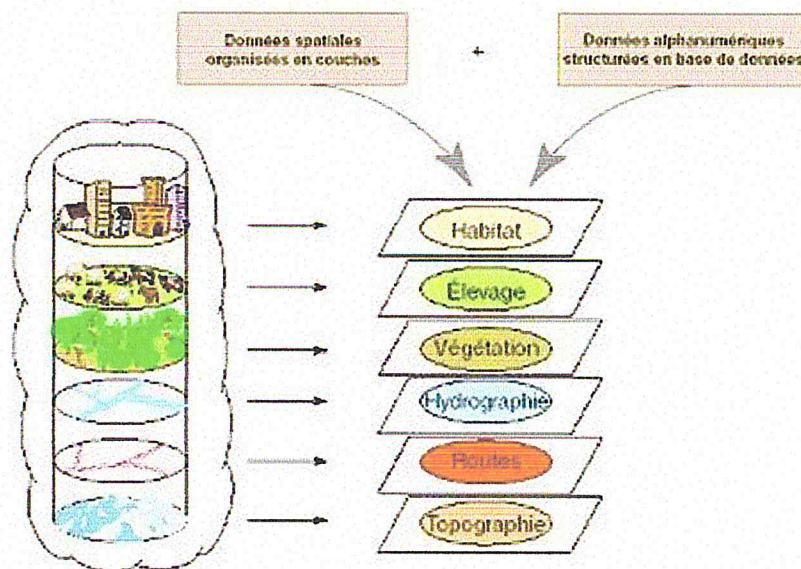
La capacité d'intégrer, de gérer et d'analyser des données spatiales pour fournir des informations synthétiques sur les territoires afin de contribuer à résoudre leurs problématiques est la caractéristique distinctive des systèmes d'informations géographiques.

Les SIG permettent d'exécuter certaines opérations spatiales complexes qui seraient difficiles, voire impossibles autrement.

### *3. Base de données géographiques*

Les bases de données géographiques sont des ensembles structurées de fichiers décrivant les objets ou phénomènes localisés sur la terre (avec leur attributs et leur relations nécessaires à la modélisation de l'espace géographique).

Ou d'une façon plus simple: une base de données géographiques est un ensemble de couches superposées contenant des données spatiales et des données sémantiques (cf. figure N°1).



*Figure 2 Structure d'une base de données géographiques [Hab\_2000]*

#### ***4. les SIG et les autres technologies***

Un système d'information géographique intègre un certain nombre de technologies en une totalité dont les potentialités sont plus importantes que la somme de ses parties:

- *Conception assistée par ordinateur (CAO).*
- *Système de gestion de base de données (SGBD).*
- *Téledétection et traitement d'images.*
- *Méthodes d'analyse spatiale et géostatistique.*

Les systèmes d'informations géographiques ont plus contribué à intégrer ces nouvelles technologies qu'à en créer de nouvelles [Mar\_2002].

#### ***5. Position de problème et Objectifs***

Le cadre de ce travail s'inscrit dans les problématiques de recherche sur la ville au regard de l'évolution récente des outils informatiques et notamment de l'apport du système d'information.

On va essayer de représenter une ville en utilisant des méthodes, logiciels et matériels informatiques de façon à pouvoir visualiser ses composantes sur écran et sur papier, l'interroger et extraire toute sorte d'information possible, de faire des analyses, de produire des cartes et de calculer facilement les surfaces de ses composante et les distances entre eux.

Pour pouvoir effectuer ce travail on doit avoir des données cartographiques et sémantiques sur cette ville (la composante la plus importante dans un SIG ), on doit répertorier la ville en zones et structurer les autres données en couches d'informations après avoir les modéliser, on doit aussi essayer d'intégrer l'image numérique (photos aériennes, levé topographique, cartographies numériques ...) dans notre base de données géographiques, trouver et présenter la façon de l'exploiter pour tirer le maximum d'informations .

Notre but est de construire une base de données géographiques avec toutes ces couches superposées et géoréférencées et les données sémantiques associées; qui va être intégrée sous un SIG qui assurera la création, le stockage, l'affichage et l'interrogation des données géographiques qu'elle contient, afin de produire différents cartes utiles à la décision.

## **7. Démarche à suivre**

Pour réaliser ce travail on va suivre les étapes suivantes:

- 1- présentation de la zone d'étude :** c'est le premier chapitre qui contient une présentation géographique, historique et numérique (données existantes) de la ville sujet de notre étude.
- 2- modélisation des données géographiques :** elle contient une introduction au domaine des *SIG* et aux modes de représentation des données géographiques.
- 3- analyse et conception de la base de données :** après avoir présenter la ville et les données numériques et sémantiques disponibles on va entamer l'étape de conception et modélisation de la base de données géographiques qui va nous donner son futur schéma .
- 4- réalisation de la base de données :** c'est l'étape de l'implémentation , les données numériques et alphanumériques vont être intégrées. A la fin de cette étape on aura notre base de données géographiques installée sous un *SIG* .
- 5- exploitation du *SIG* et résultats :** comme son nom l'indique, c'est l'étape de présentation des résultats de notre travail ainsi que les possibilités de représentation, d'analyse et d'interrogation possibles avec les cartes produites.
- 6- conclusion et perspectives:** et enfin, une conclusion générale sur le travail qu'on va effectuer, les remarques qu'on a tirer, les perspectives et les taches qui restent à accomplir .



# *Chapitre I*

## *Présentation de la zone d'étude*

Le périmètre d'étude (centre ville de Miliana) constitue le noyau historique de la ville autour duquel se sont greffés toutes les extensions urbaines.

## I.1 Présentation géographique de la ville

Cette commune située au Nord-Est de la wilaya de Ain Defla , à environ 100 Km de la capitale, la zone d'étude est le chef lieu de la commune ainsi que de Daïra dont la superficie est d'environ 42.5 Ha.

Elle est limitée par :

- au Nord : *Djebel Kaccor El Gharbi*
- au Sud : *Commune de Khémis Miliana*
- à l'Est : *Commune de Ain Torki*
- à l'Ouest : *Commune de Ben Allel et Sidi Lakhdar.*

Cette zone est liée essentiellement avec Khémis Miliana et Zougala qui est la seule ville secondaire dans la commune.

La principale montagne qui domine la région est le mont Zaccar orienté vers le Sud -Ouest / Nord -Est ; son altitude assez importante varie environ entre 1530 m à l'Est et 1576 m à l'Ouest.

La majeure partie de cette région est occupée par les forêts et les maquis ; la zone d'étude est assise sur un terrain assez pentu (jusqu'à 10% dans sa partie Sud-Ouest ) avec une altitude de (600 à 800 m).

La ville ainsi que la région a un climat subcontinental avec un hiver pluvieux et froid et un été tempéré .

## I.2 Présentation historique de la ville

"*Miliana* a vu défiler sur son site plusieurs civilisations, chacune apportant sa contribution dans la stratification de l'espace urbain ; cette stratification représente la superposition des interventions de chaque civilisation lointaine ou proche" [Mil\_2003].

Nous allons décrire brièvement le processus de formation de la ville ainsi que sa transformation dans le temps; ceci permettra non seulement de retracer son évolution mais aussi de découvrir comment elle s'est constituée et comment ses composantes se sont formées .

Comme d'autres villes (Alger et Médéa), Miliana a fêté son millénaire en 1972, cette ville qui a un patrimoine historique, culturel, architectural et naturel important, représente aussi un centre d'échanges dans la vallée du haut Chlef.

Les différentes occupations de cette ville ont imprimé leurs passage sur l'espace urbain, la position stratégique de relais et de défense a fait de Miliana une ville importante de l'antiquité [Mil\_2003].

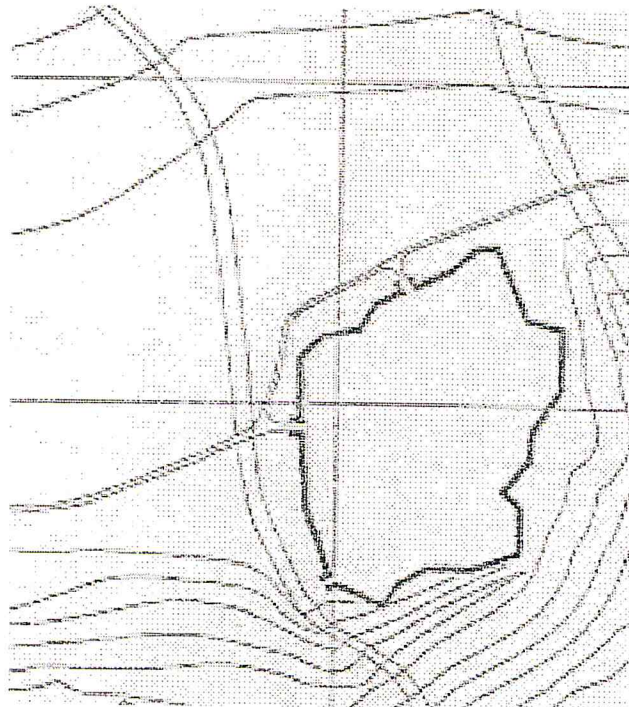
## I.2.1 Genèse de la ville de Miliana

### a. Epoque Phénicienne

Comme "Miliana", cette zone avait un autre nom : "Zuchabar" qui serait d'origine Phénicienne signifierait "le marché de blé"; le site était un regroupement de population ensuite il devint un centre d'activité économique.

### b. Epoque Romaine (jusqu'à 431)

A l'époque des romains, Miliana devint une forteresse vu sa position sur un escarpement, ce qui lui donne une protection naturelle; cette protection a été assurée par des forts implantés à l'extérieur de l'enceinte qui servait de clôture et qui avait 4 portes.



*Figure I.1 Structure de Miliana à l'époque Romaine [Mil\_2003]*

De cette ville Romaine a persisté :

- le parcours vers IOL caesarea (Cherchell).
- le parcours vers AQUAE CALIDEA ( Hammam- Righa).
- le rempart dans la partie sud de la ville.

### c. Epoque Vandale et Byzantine (431-647)

Durant cette période , Miliana n'a connu que la guerre et la destruction comme toutes les régions que le passage des vandales a marqué.



#### d. *Epoque Arabo\_Musulmane (647-1515)*

La ville fut incluse dans la province de Banou Ommaya en 647, et vers le dixième siècle, elle fut reconstituée par Ziri Ibn Menad El Senhadji. Elle devint la capitale politique de la plus grande partie du Maghreb ; elle acquit par la suite une fonction très importante qui est celle de transit entre Oran et Alger.

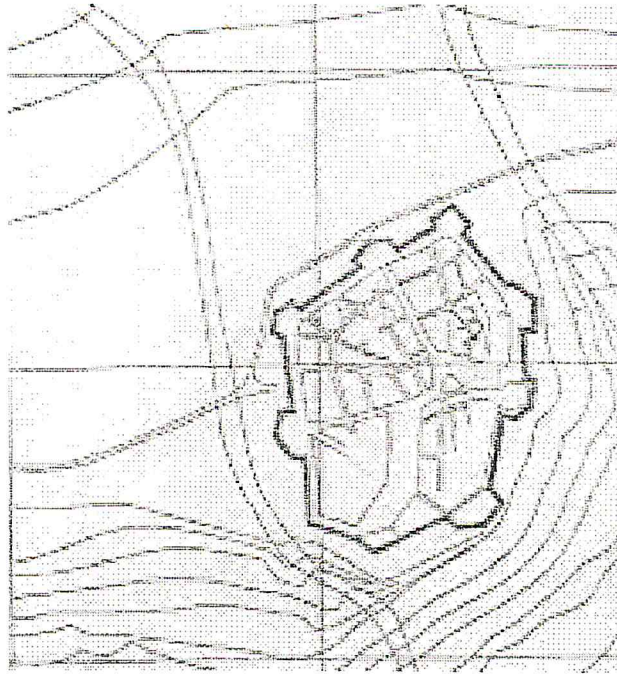


*Figure I.2 Structure de Miliana à l'époque Arabo\_Musulmane [Mil\_2003]*

#### e. *Epoque Turque (1516-1840)*

Les Turcs ont connu l'importance stratégique de cette ville, elle a été décrite au 16<sup>ème</sup> siècle comme "*située sur une montagne gorgée d'eau et peuplée de forêts*" [Mil\_2003].

En 1834, l'Emir Abd El Kader entre à Miliana ; il écrivit alors des ouvrages à caractère militaire dans cette ville.

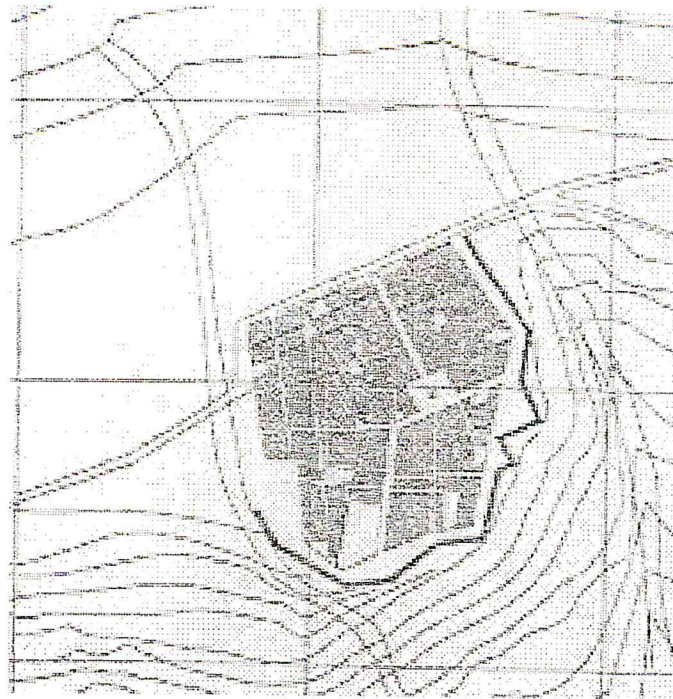


*Figure I.2 Structure de Miliana à l'époque Turque [Mil\_2003]*

*f. Epoque coloniale (1840-1962 )*

- *Période de 1840 à 1929*

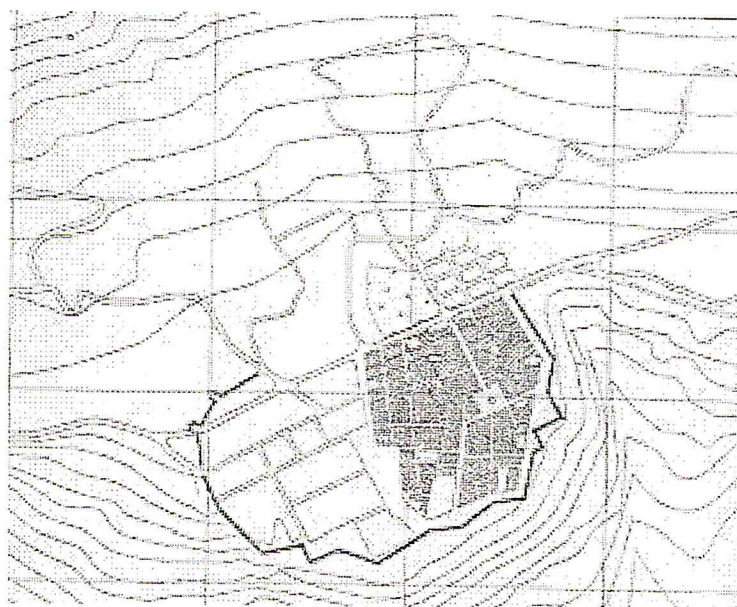
Miliana fut occupée en Juin 1840, mais avant son évacuation elle se vit brûlé par ses habitants, ce qui a facilité l'implantation de la ville coloniale et fait perdre à Miliana son caractère de ville musulmane. Les ruelles et les impasses furent remplacées par des axes orthogonaux plus larges. La ville s'est doublée en construisant la caserne dans le côté Ouest et un nouveau mur d'enceinte. Une autre extension s'est faite du côté Nord qui est la cité Nord et le jardin public.



*Figure I.3 Structure de Miliana à l'époque coloniale entre (1929 à 1954)  
[Mil\_2003]*

- *Période de 1929 à 1962*

Durant cette période, la ville a connu une extension intra et extra muros, la construction d'habitat collectif à cause de sa densification et la construction de la zone militaire .

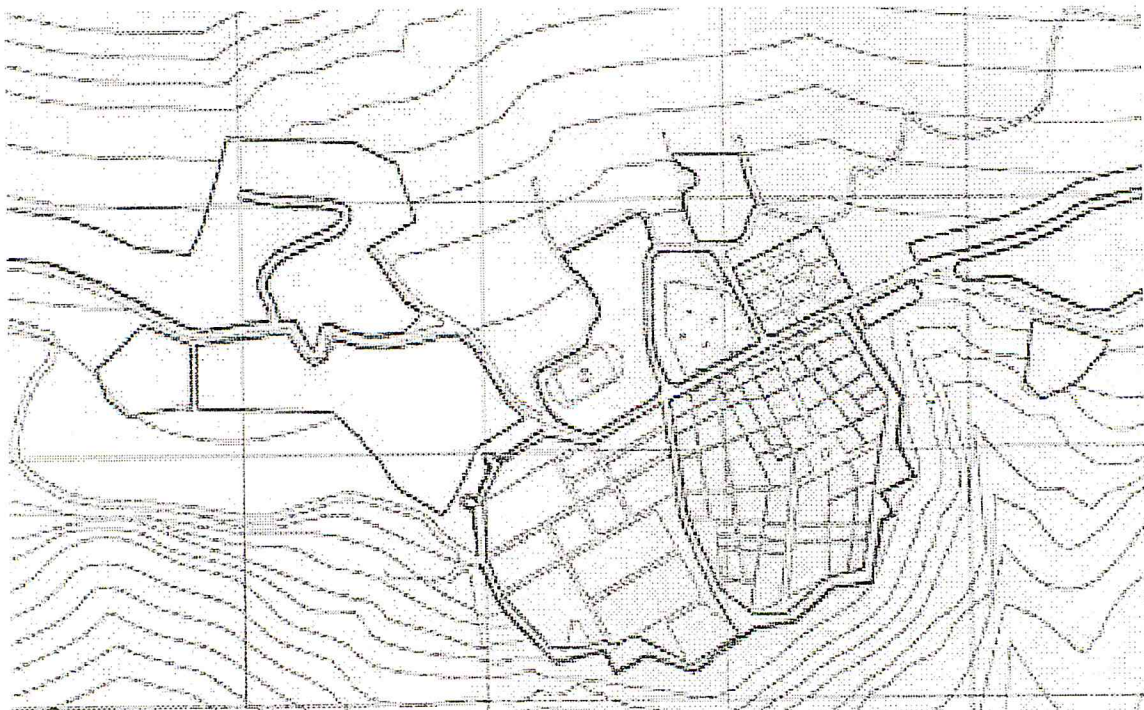


*Figure I.4 Structure de Miliana à la deuxième extension  
de l'époque coloniale (1954 à 1962) .[Mil\_2003]*

### *Période d'après l'indépendance*

Après l'indépendance, la saturation du noyau historique de Miliana et les besoins d'infrastructures modernes et des logements ont conduit à l'extension de la ville au delà de son enceinte; la ville ancienne a été totalement exploitée mais les tissus nouveaux n'expriment pas la continuité historique ou architecturale vis à vis des styles d'urbanisme et des permanences qui sont des éléments importants dans le tissu de la ville dont :

- *l'escarpement*
- *l'enceinte*
- *dar l'Emir*
- *la mosquée Sidi Ahmed Ben Youcef*
- *le minaret de la mosquée El-Batha.*
- *le jardin public et le jardin militaire*
- *l'esplanade (le Belvédère)*
- *place, placette*
- *les parcours, rues, ruelles etc.*

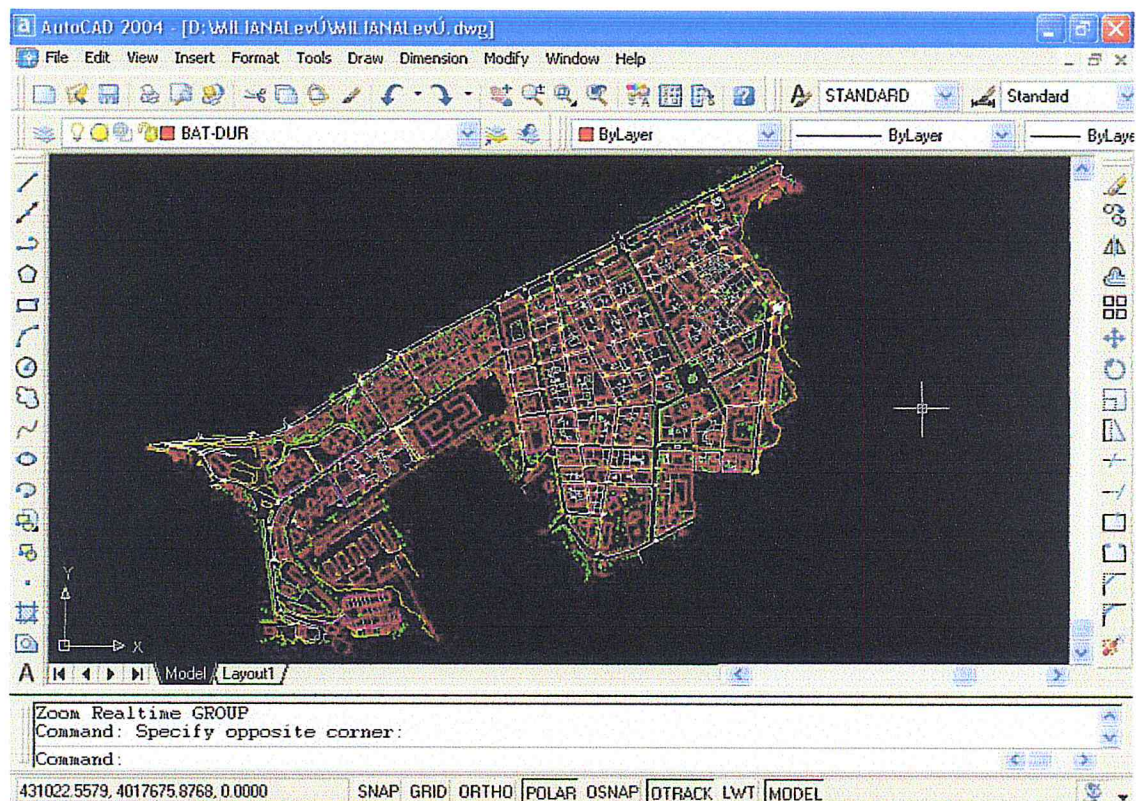


**Figure I.5** *Structure de Miliana après l'indépendance [Mil\_2003]*

### I.3 Présentation numérique de la ville

Le document de base dans notre projet est le levé topographique de la commune de Miliana. Ce levé qui a été acheté auprès de l'Institut National de la Cartographie et de la Télédétection 'INCT' est représenté sous forme d'un fichier DWG (Auto Cad Drawing) contient différentes couches (layers) parmi lesquelles on cite :

- *Bâtiment dur*
- *Bâtiment léger*
- *Cours intérieurs*
- *Points coté*
- *Arbres isolés*
- *Palmiers*
- *Mur simple*
- *Lampadaire simple*
- *Toponymie droite : qui est celle des altitudes*
- *Trottoirs... etc.*



*Figure I.6 Le levé topographique*

Moyennant ce levé topographique, la carte de découpage en îlots ainsi que

d'autres documents en AutoCad: *la carte des permanences, la carte du réseau d'assainissement et celle du réseau d'approvisionnement en eau potable, le plan des voiries, la carte des équipements* ont servi pour la construction des couches de notre base de données. Les cartes ainsi que les données classiques "tabulaires" sont réalisées par les ingénieurs architectes du service URBAB "Centre d'Etudes et de Réalisations en Urbanisme de Blida" basées sur des enquêtes sur le terrain.

#### I.4 Problème de la répartition de la zone d'étude

La zone d'étude est le centre historique de la ville et le chef lieu de la commune ainsi que de la Daïra; elle connaît une concentration d'activités commerciales, éducatives et administratives en plus de sa saturation en bâtiments individuels et collectifs.

L'élément de base dans la répartition de cette zone est "la parcelle" qui existe sous différentes formes, la plus dominante est l'ancienne parcelle orthogonale aux axes de la trame urbaine, qui avait à l'origine un découpage régulier mais qui s'est transformée avec le temps: on distingue des parcelles de tailles hétérogènes (10\*10), (12\*8), (34\*14) et (20\*28), ainsi que des parcelles de lotissements de formes et de tailles différentes.

Les données disponibles sont relatives à chaque parcelle qui peut contenir un ou plusieurs logements ou équipements; Ces parcelles limitées par des îlots ou par un réseau routier sont regroupées dans des îlots de différentes tailles et formes.

On distingue entre autres des parcelles et des îlots des espaces libres publics, comme les *voies*, les *trottoirs*, les *places*. Cependant d'autres espaces sont non occupés par le bâti tels que les *cours* et les *jardins* des maisons et des équipements dont la grandeur varie selon les cas, et qui offrent des espaces de rencontre, de détente et des espaces de jeux.

#### I.5 Conclusion

Les données sont l'élément essentiel dans une base de données ou dans un SIG. Nous allons dans le chapitre suivant présenter les notions nécessaires à la modélisation géographique de la masse de données et d'information numérique ou alphanumérique dont nous disposons.



## *Chapitre II*

# *Modélisation des données géographiques*

## II.1 Introduction

L'avènement de l'informatique a permis d'améliorer sans cesse la gestion dans toutes les disciplines. La cartographie n'est pas restée à l'écart de toutes ces évolutions.

Les S.I.G sont apparus suite à l'informatisation de la production cartographique qui avait commencé à la fin des années 60 . Cette informatisation a donné lieu à l'avènement d'une nouvelle technologie, dénommée *géomatique* [Gil\_2000].

Progressivement, les données cartographiques nécessaires à la géomatique ont dû, pour être pleinement exploitables, s'organiser en bases de données. Ainsi, l'exploitation combinée de plusieurs bases de données a conduit à la notion d'un système informatique capable d'en assurer la synthèse, la gestion et l'archivage .

Ce n'est que progressivement, au cours des années 80, que la notion de Système d'Information Géographique s'est imposée comme l'objectif général de la géomatique .

Aujourd'hui, les SIG sont utilisés dans presque tous les domaines et touchent à tous les secteurs d'activités où le nombre d'utilisateurs ne cesse de croître.

## II.2 Définition de SIG

Les SIG ont fait l'objet de plusieurs définitions, parmi lesquels on cite :

- *"Un SIG est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace "* (définition donnée par le comité scientifique du colloque intégration de la photogrammétrie et de la télédétection dans les SIG SFPT ,Strasbourg 1990 [Gil\_2000].
- *"Un SIG est un outil informatique permettant de représenter et d'analyser toutes les choses qui existent sur terre ainsi que tous les événements qui s'y produisent. C'est donc un système permettant de communiquer et de traiter l'information géographique : un SIG a ainsi pour vocation d'informer l'utilisateur sur les éléments d'un territoire ( objets ou phénomènes physiques, êtres vivants...) ou sur le territoire lui-même, le paramètre essentiel étant la localisation ( tel objet est voisin de tel autre...)"* [Fre\_2002].

Un S.I.G est à la fois un outil de gestion de l'espace (gestion de bases de données pour la saisie, le stockage, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées) et un outil d'aide à la décision.



### II.3 Les questions auxquelles un SIG peut répondre

Cinq questions de base se posent à tout utilisateur dès qu'il se préoccupe de localisation [Hab\_2000]:

- **où ?** cet objet, ce phénomène, où se trouve-t-il ? mise en évidence de sa répartition spatiale.
- **quoi ?** à cet endroit, que trouve-t-on ? Inventaire de tous les objets de l'espace concerné, nature des objets selon leur localisation, quantité, superpositions, proximités.
- **comment ?** quelles relations existent entre les objets ou phénomènes ? Que traduit leur répartition spatiale ? Problématique de *l'analyse spatiale*, au cœur de la Géographie.
- **quand ?** des changements sont-ils intervenus, et si oui, quand ? age, évolution de tel objet ou phénomène, historique et actualisation des données, *analyse temporelle*.
- **et si ?** que se passerait-il si tel scénario d'évolution se produisait et quelles conséquences cela aurait ? ( projection dans l'avenir, simulation, étude de projet, étude d'impact...) [Mar\_2002],[Ifr\_2002].

#### Exemples

- *quel est l'état des routes sur une commune?*
- *qu'est-ce qui a changé depuis 1998 ?*
- *quelles sont les parcelles concernées par une inondation éventuelle?*
- *quelles sont les zones sensibles en cas d'avalanches ou de glissement de terrain?*
- *quel est le chemin le plus rapide pour aller de la caserne des pompiers à l'incendie?*
- *que se passe-t-il si une substance toxique se déverse à tel endroit?*
- *où implanter des postes de surveillance d'incendie de forêt?*
- *trouver les zones favorables à la culture du riz?*

### II.4 Les domaines d'application des S.I.G

Si l'on essaie de caractériser les questions auxquelles un S.I.G est censé pouvoir répondre, on est vite confronté à la multiplicité des domaines d'application possibles [Har\_2000], [Ifr\_2002].

- **aménagement du territoire** : Plan Locaux d'Urbanisme (PLU), choix de tracés routiers, autoroutiers ou ferroviaires, études d'impacts...
- **gestion urbaine** : gestion de la voirie, des réseaux de distribution, des espaces verts, du patrimoine, de la sécurité, simulation d'insertion de projets architecturaux...

- **circulation et conduite automobile** : choix d'itinéraires, suivi de flottes de véhicules, aide à la conduite assistée par ordinateur.
- **agriculture** : génie rural, gestion des ressources en eau, suivi et prévision des récoltes, gestion des forêts, aide à la mise en œuvre de la Politique Agricole Commune.
- **protection de l'environnement** : définition des zones sensibles, suivi des évolutions, alerte aux pollutions, protection des paysages.
- **risques naturels et technologiques majeurs** : définition et suivi des zones à risque; prévention de catastrophes, intervention en cas de sinistre, organisation des secours .
- **tourisme** : gestion des infrastructures, itinéraires touristiques.
- **marketing** : localisation des clients, analyse du site.
- **forêt** : cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture.
- **géologie** :prospection minière.
- **biologie** :(études du déplacement des populations animales).
- **télécommunications** (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles).
- *etc*

## II.5 Les principales fonctions d'un SIG

Dans un S.I.G, on trouve généralement les fonctionnalités suivantes [Har\_2000],[Ifi\_2002] :

- **abstraction** : modélisation de l'information.
- **acquisition** : récupération de l'information existante, alimentation du système en données.
- **archivage** : stockage des données de façon à les retrouver et les interroger facilement.
- **analyse** : réponses aux requêtes, cœur même du SIG
- **affichage** : restitution graphique

Les Systèmes d'Information géographique permettent [Gil\_2002]:

- *de disposer des objets dans un système de référence,*
- *de convertir les objets graphiques d'un système à un autre ,*
- *de faciliter la superposition de cartes de sources différentes,*
- *d'extraire tous les objets géographiques situés à une distance donnée d'une route,*
- *de fusionner des objets ayant une caractéristique commune (par exemple : toutes les maisons raccordées à un réseau d'eau potable) .*
- *de déterminer l'itinéraire le plus court pour se rendre à un endroit précis .*

- de définir des zones en combinant plusieurs critères (par exemple : définir les zones inondables en fonction de la nature du sol, du relief, de la proximité d'une rivière), etc..

## II.6 Points importants dans la réalisation d'un SIG

Les points suivants sont d'une importance capitale dans la réalisation d'un SIG [Mai\_2002] :

- Les éléments de base d'un système d'information géographique sont d'abord les **données** qui peuvent provenir de différentes sources : cartes existantes, levés topographiques, levés photogrammétriques, bases de données existantes, informations recueillies sur le terrain ou fournies par l'utilisateur, éléments calculés à partir de données existantes. La disponibilité des données passe avant le choix du logiciel et l'acquisition du matériel.
- L'autre élément clé est le **modèle conceptuel** : on ne peut envisager la mise en place d'un SIG sans une bonne conception, c'est pour cela que la plupart du temps on préconise le montage d'un projet pilote se limitant à une petite superficie et cela en vue de prendre en charge toutes les doléances de l'utilisateur et envisager les moyens logiciels, matériels et humains à mettre en œuvre.
- On doit accorder beaucoup d'importance à la **mise à jour** des données, sans quoi on se trouverait face à un système obsolète

## II.7 L'information géographique

Parmi toutes les données, celles disposant de la propriété d'être localisables, de manière absolue ou relative, sont dites géographiques.

L'utilisation des propriétés géographiques (intersection, distance proximité, forme) demande une approche globale dans laquelle les propriétés sémantiques (traduites par des valeurs) sont utilisées conjointement avec des caractéristiques liées à la forme ou à la position des objets.

La notion d'information géographique amène une composante supplémentaire dans l'information disponible, composante qui, pour être employée efficacement, demande des moyens spécifiques et importants en particulier pour visualiser le contenu du territoire et offrir ainsi une information visuelle globale. Cette composante apporte des informations supplémentaires comme les relations de voisinage ou les indications de forme qu'il est difficile d'exploiter sans l'aide de logiciels performants.

Beaucoup d'informations sont dotées d'une composante géographique directe ou indirecte. Elle sera directe quand l'information est constituée de coordonnées

permettant de situer précisément un événement ou un objet dans un repère connu. et indirecte, quand sa localisation par coordonnées nécessite un traitement utilisant des renseignements non directement localisés dans un repère. Comme l'adresse postale qui est une information permettant sa localisation physique du moment qu'il existe un lien entre le territoire et les adresses qu'il contient [Mar\_2002].

## II.8 Représentation des données géographiques

Les données géographiques sont composées de deux parties [Max\_2000]:

- **les données spatiales** : décrivent l'emplacement absolu et relatif des objets géographiques ainsi que leur étendue et leurs relations.
- **les données attributaires (ou données descriptives)**: décrivent les caractéristiques quantitatives ou qualitatives des objets géographiques

### II.8.1 Les données spatiales

Deux modes sont utilisés pour numériser et stocker les données spatiales:

#### II.8.1.1 Le mode vecteur

Où on associe une localisation à une entité descriptive .Le terrain est représenté par des primitives graphiques (points, lignes, surfaces). Seuls les endroits renseignés sont stockés. Il existe une notion d'objet. Le modèle vectoriel est particulièrement utilisé pour représenter des données discrètes.

Ces données sont caractérisées par des points définissant un segment linéaire.

Chaque sommet consiste en une paire de coordonnées x et y.

- **les objets ponctuels** sont définis par une paire de coordonnées.
- **les objets linéaires** sont constitués d'une série de segments constituant un arc terminé à ses deux extrémités par un nœud.
- **les objets surfaciques** sont définis par un ensemble d'arcs de paires de coordonnées clôturées.

#### II.8.1.2 Le mode raster

Où on associe une entité descriptive à une localisation. C'est un mode maillé fondé sur un quadrillage régulier du terrain. L'information est stockée en lignes-colonnes. Chaque pixel contient une information (c'est-à-dire que le vide est également codé). Il n'y a pas de notion d'objet. Il s'adapte parfaitement à la représentation de données variables continues telles que la nature d'un sol, etc.

Chacun de ces deux modèles de données dispose de ses avantages. Un SIG moderne se doit d'exploiter simultanément ces deux types de représentation [Max\_2000][Har\_2000].

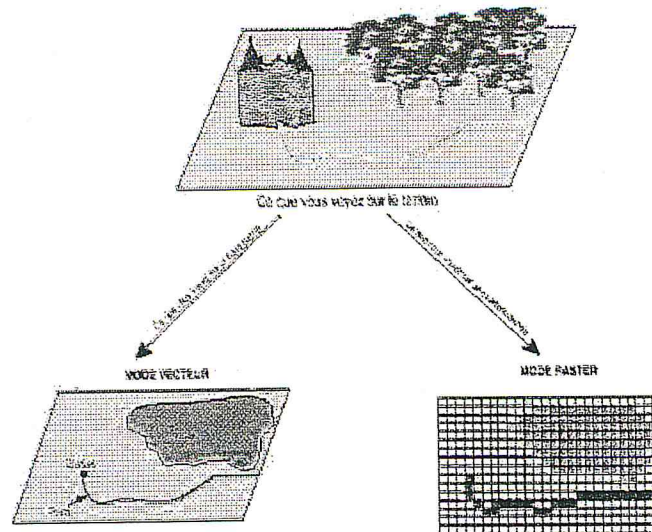


Figure II.6 Modes de représentation de l'information géographique dans un SIG [Har\_2000]

### II.8.1.3 Comparaison entre les deux modes

#### 1. Données vecteur

##### a) Avantages

- les formes originales sont préservées sans généralisation.
- la production graphique est proche de la représentation cartographique traditionnelle.
- l'emplacement géographique exact des données est maintenu.
- la topologie est adaptée à l'analyse de réseaux et la proximité [Max\_2000].

##### b) Inconvénients

- l'emplacement de chaque sommet doit être stocké explicitement.
- la structure topologique implique un contrôle d'intégrité relativement lourd. De plus, elle est statique, et toute mise à jour exige sa reconstruction.
- les algorithmes pour l'analyse spatiale sont complexes. Cela est souvent une limite pour les gros volume de données.
- les données de type continues (par exemple altitude etc.), ne sont pas efficacement représentées en forme vectorielle. Généralement, la généralisation ou l'interpolation substantielle de données est exigée pour ces couches de données.
- L'application de filtres dans les polygones est impossible [Max\_2000].

## 2. Données raster

### a) Avantages

- l'emplacement géographique de chaque cellule est impliqué par sa position dans la matrice. En conséquence, exception faite d'un point d'origine, aucune coordonnée géographique n'est stockée ;
- en raison de la nature de la technique de stockage des données l'analyse de données est généralement facile à programmer et rapide à exécuter ;
- la nature même des données raster est bien adaptée pour la modélisation mathématique et l'analyse quantitative ;
- les données discrètes comme les données continues sont faciles à intégrer.

### b) Inconvénients

- la dimension de cellules détermine la résolution à laquelle les données sont représentées.
- il est difficile de représenter convenablement les caractéristiques linéaires selon la résolution de cellules. En conséquence, les liens entre les réseaux sont difficiles à établir.

Comme la plupart de données d'entrée sont au format vecteur, les données doivent subir la conversion vecteur/raster. Cela peut altérer l'intégrité de données dues à la généralisation par le choix de la résolution [Max\_2000].

## II.8.2 Les données attributaires

Un modèle de données distinct est utilisé pour stocker et maintenir les données attributaires dans les SIG [Max\_2000]. Ces modèles de données peuvent être spécifiques au logiciel SIG ou, à un logiciel externe de gestion de base de données (SGBD).

Les plus communs sont les modèles :

- Les modèles de données tabulaires peuvent comprendre n'importe quel type de données géographiques ou non. C'est le contenu de la table qui en déterminera l'utilisation.
- Les données peuvent être destinées soit à l'affichage direct (comme des tableaux sous Excel, sous Lotus, des bases de données brutes, autres formats bruts) soit à servir d'attributs à des données spatiales (comme des données provenant de ORACLE, de INGRES, de SYBASE, INFORMIX, DBASE, INFO, etc.).

## II.9 Notion de couche

Les informations géographiques dans les SIG sont structurés en " couches "; une couche est un plan réunissant normalement des éléments géographiques de même type. La notion de couche peut être associée, par exemple, à celle des couches transparentes portant le dessin des différents éléments retrouvés sur les cartes topographiques. Une couche peut aussi être vue comme un compartiment logique du système d'information. Ainsi chaque couche représente un sous-ensemble " thématique " des informations retrouvées dans le SIG.

## II.10 Modélisation des données géographiques avec HBDS

### II.10.1 La méthodologie HBDS

La modélisation des phénomènes étudiés en vue de la structuration de l'information spatiale et thématique est faite selon la modélisation H.B.D.S. (hypergraph Based Data Structure) [Ash\_2002] [Sté\_2001] : elle consiste en la reconnaissance de la structure des phénomènes ou squelette des données en vue de la mise en évidence des liens et des objets. Elle s'appuie à la fois sur la théorie des ensembles et la théorie des graphes. Avant de déterminer le modèle conceptuel de données, il est nécessaire de mener une étude détaillée et approfondie des phénomènes permettant de reconnaître leur structure ; il est essentiel de rechercher ensuite les relations (ou propriétés, liens) les plus marquantes existant dans celles-ci. En effet, les phénomènes possèdent une organisation : la structure des données étant une image la plus fidèle possible de la structure du phénomène étudié. Une fois celle-ci réalisée, on est amené à construire une structure de données qui n'est autre que la transposition déduite de la structure des phénomènes reconnue, en termes de classes, d'objets, d'attributs, de liens. La structure des données est un hypergraphe.

Cette méthode a été créée par François Bouillé [Ash\_2002] [Sté\_2001] en 1977. Le modèle complet a été finalisé les années suivantes :

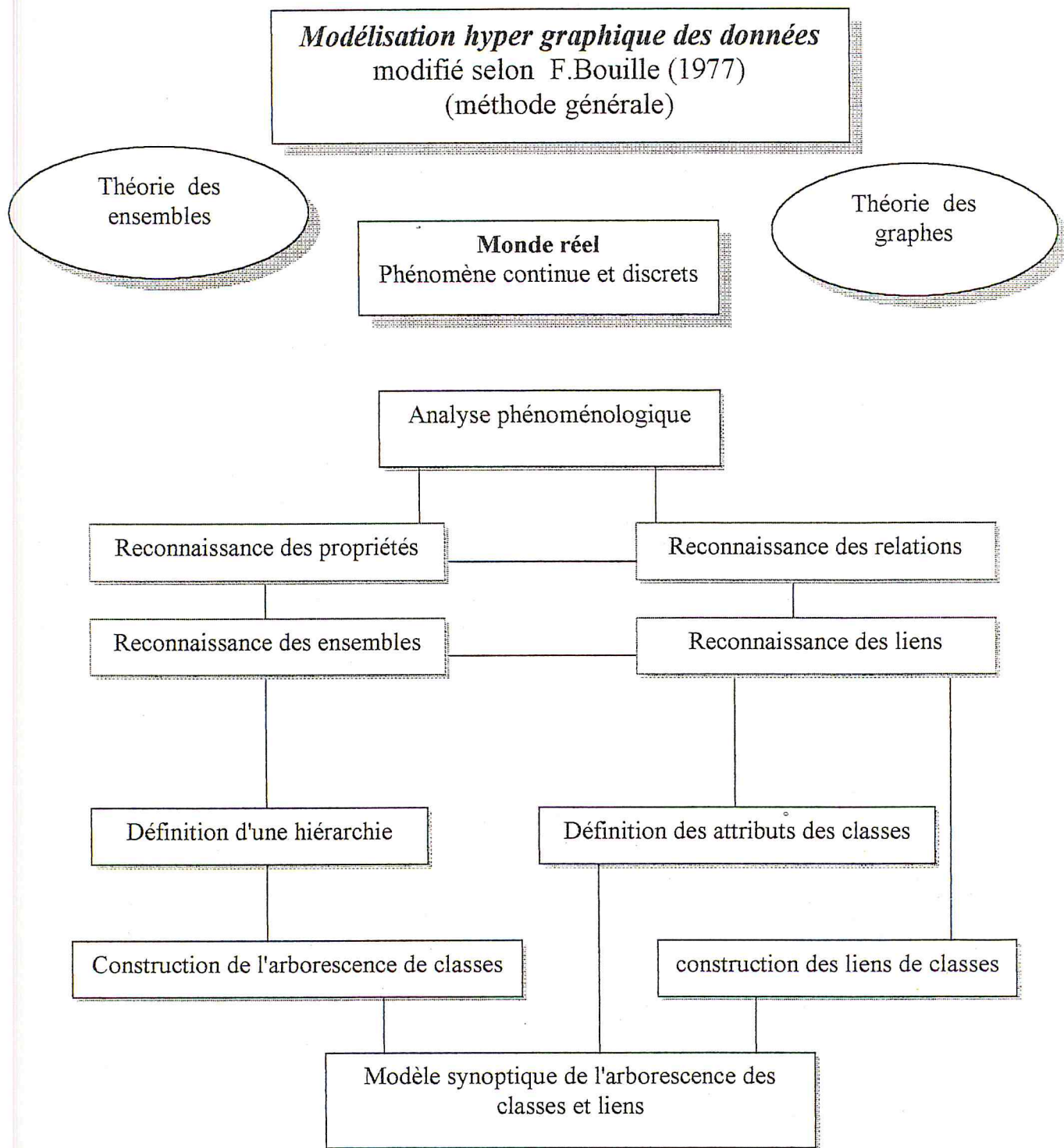


Figure II.7 HBDS " Hypergraphs Based Data Structure [Ash\_2002]

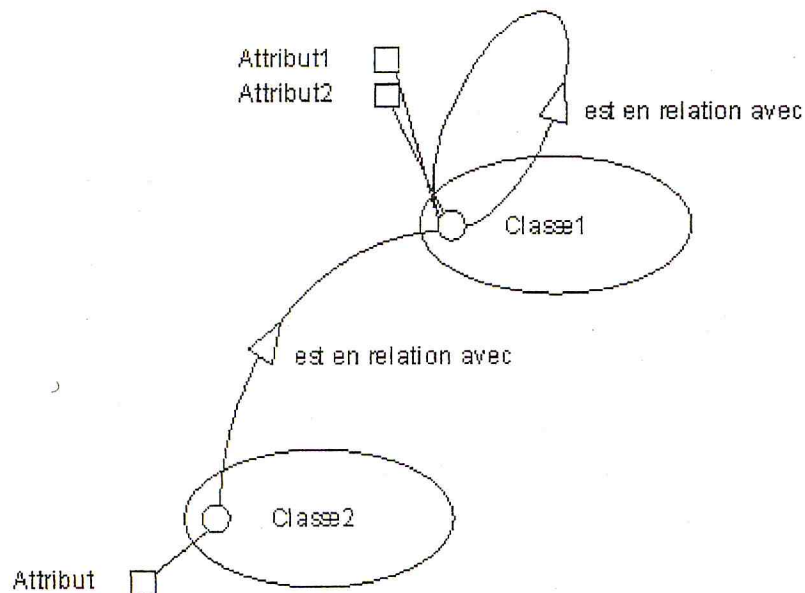
Dans le présent document, nous allons présenter les concepts de base de la méthode HBDS dénommée en tant que méthode de structuration "orientée objet".



## II.10.2 Les éléments fondamentaux

Cette méthode présente les trois éléments fondamentaux suivants : classe, attribut et lien.

Une *classe* est un ensemble d'éléments appelés objets. Elle est représentée par une ellipse dont un des foyers symbolise un objet quelconque de la classe. Les objets de cette classe sont caractérisés par des *attributs*, représentés par des carrés reliés par un trait au foyer. Les objets d'une classe peuvent être en relation avec des objets de la même classe ou d'autres classes grâce à la notion de "*lien* entre classes". Un lien entre classes est potentiel (il peut ne pas être réalisé pour certains objets) et est représenté par une flèche entre les foyers des deux classes concernées. Le lien inverse est implicite.



**Figure II.8** Les éléments fondamentaux de la méthode HBDS [Sté\_2001]

### II.10.2.1 Les objets

Sauf besoin de précision particulière, les objets, les valeurs des attributs d'objets et leurs liens ne sont pas représentés sur le modèle. On peut par contre préciser, entre parenthèses, la liste des valeurs prises par chaque attribut énuméré. Une fois n'est pas coutume, voici un exemple d'un modèle avec quelques objets pour bien clarifier le discours.

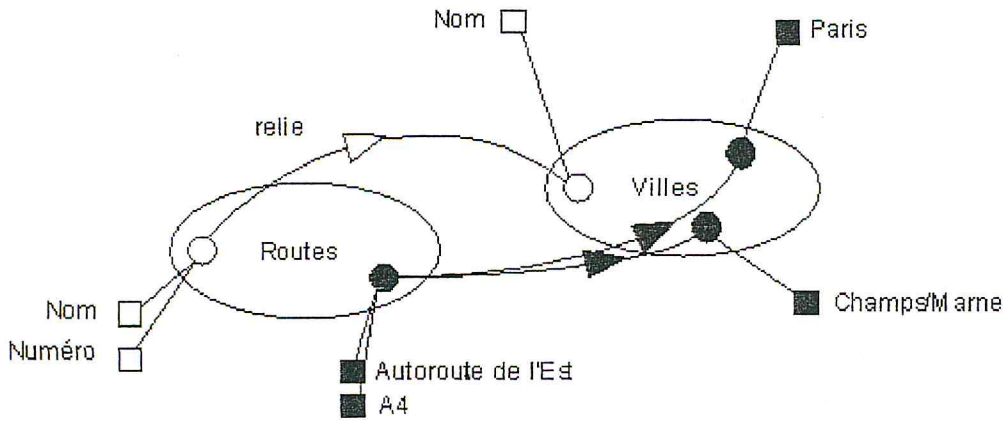


Figure II.9 Exemple de représentation des objets [Sté\_2001]

La lecture de ce modèle se fait comme suit :

- une route a un nom et un numéro .
- une ville a un nom .
- une route relie des villes.

a) Les attributs composés

Pour simplifier le schéma, on peut regrouper les attributs d'une classe pour faire un attribut composé. Réciproquement, chaque attribut peut être considéré comme un attribut composé et donc être décomposé au fur et à mesure des connaissances acquises. On commence donc toujours par des attributs simples.

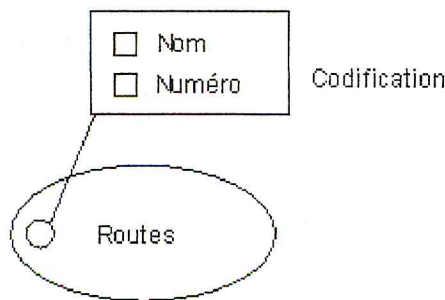


Figure II.10 Exemple de représentation des attributs composés

La lecture de ce modèle se fait comme suit :

- une route a une codification à savoir un nom et un numéro .

b) Les hyperclasses

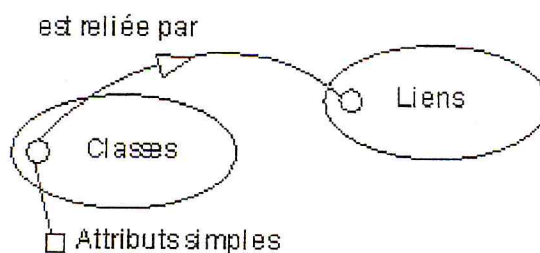
Comme précédemment, on peut regrouper des classes pour faire une hyperclasse portant les attributs et les liens communs à un ensemble de classes.

Réciproquement, chaque classe peut être considérée comme une hyperclasse et décomposée au fur et à mesure des connaissances acquises. On commence donc toujours par représenter uniquement des classes.

### II.10.3 Le MCD Géographique

#### II.10.3.1 La notion de MCD

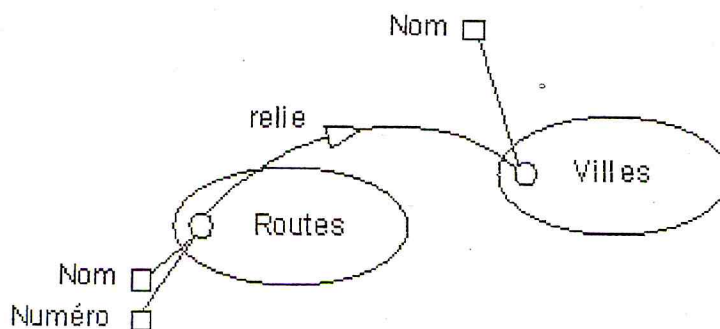
En résumé, un MCD (Modèle Conceptuel de Données) est un schéma HBDS qui décrit les types d'éléments HBDS que l'on peut utiliser pour modéliser les données :



*Figure II.11 Exemple de MCD dans HBDS [Sté\_2001]*

Ce MCD autorise les attributs sur les classes et les liens entre classes mais interdit l'usage des hyperclasses et les attributs composés.

Un modèle HBDS qui respecte les règles édictées par un MCD s'appelle un Schéma Conceptuel de Données. Voici un exemple de SCD conforme au MCD précédent :



*Figure II.12 Exemple de SCD dans HBDS [Sté\_2001]*

II.10.3.2 La notion de MCD Géographique

Un MCD Géographique est un MCD en 2 parties : une partie regroupant les classes sémantiques et une partie regroupant les classes géométriques. Tous les Systèmes d'Information Géographique possède un MCD (explicite ou non). Un MCD général pour tous les SIG est présenté ci-dessous. On remarquera principalement que les classes d'objets géométriques sont communes à tous les SCD conformes à ce MCD et que les objets complexes ne sont pas représentés directement par la géométrie.

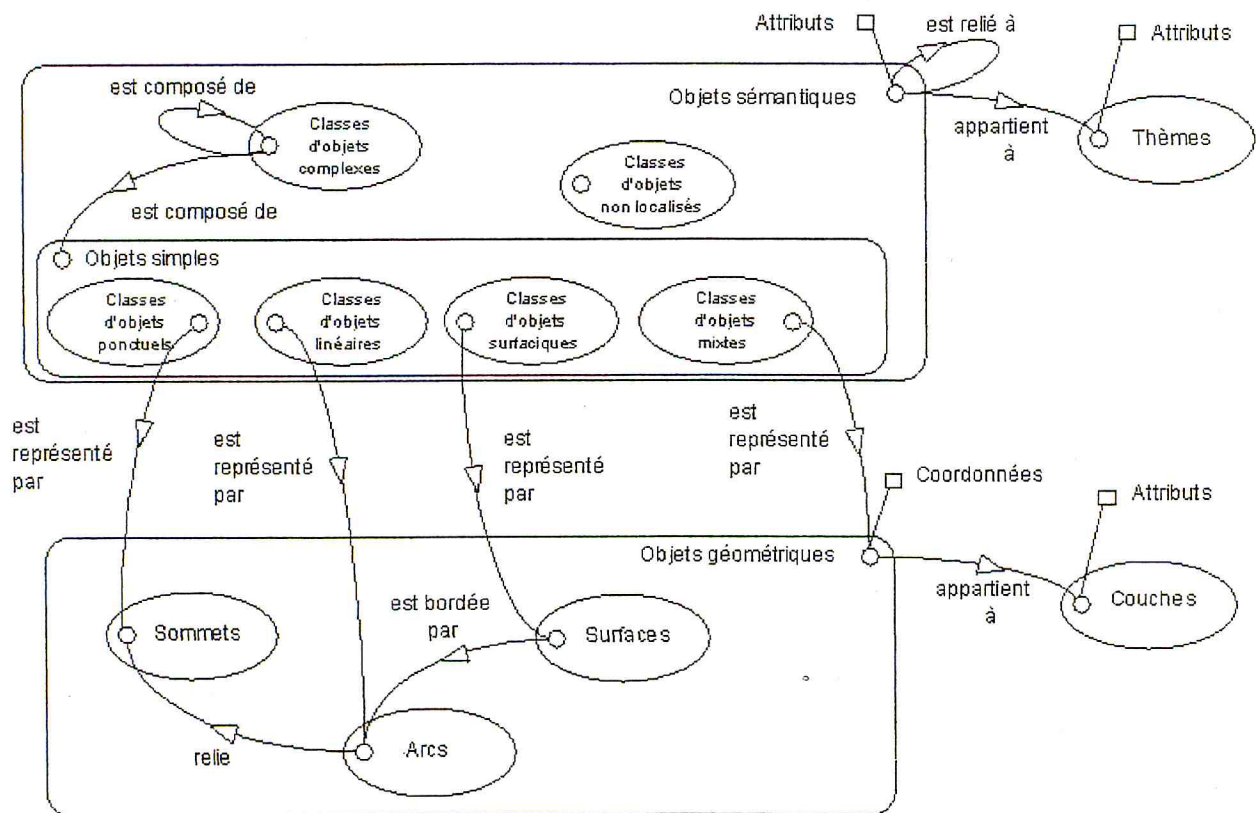


Figure II.13 Exemple de MCD général [Sté\_2001]

Le SCD Géographique suivant est conforme au MCD Géographique précédent. On notera toutefois que tous les types d'éléments ne sont pas utilisés et que les classes sémantiques faisant partie du même thème ont été regroupées au sein d'une hyperclasse qui porte en substance le nom du thème.

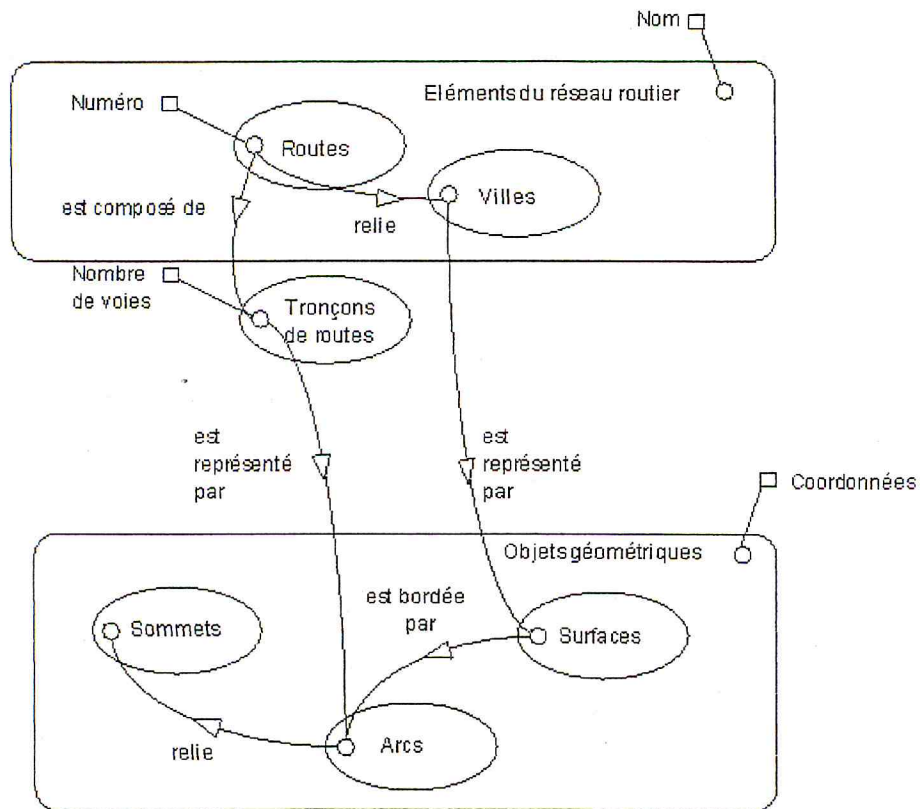


Figure II.14 Exemple de SCD général [Sté\_2001]

La lecture de ce SCD se fait comme suit :

- un élément du réseau routier a un nom ;
- les routes et les villes sont des éléments du réseau routier ;
- une route est composée de tronçons de routes (c'est un objet complexe) ;
- une route relie une ville (lien sémantique) ;
- un tronçon de route a un nombre de voies ;
- un tronçon de route est représenté par des arcs (un objet simple linéaire) ;
- une ville est représentée par des surfaces (c'est un objet simple surfacique).

### II.10.3.3 La gestion de plusieurs échelles et les symboles

#### a) La présence des classes géométriques

Un MCD Géographique contient nécessairement une partie géométrique figée : une seule classe d'arcs, etc... De ce fait, tous les SCD correspondants contiendront peu ou prou les mêmes classes géométriques. On peut donc omettre ces classes en indiquant simplement sur chaque classe la nature des objets qu'elle contient : ponctuels, linéaires, surfaciques, mixtes, complexes ou non localisés.

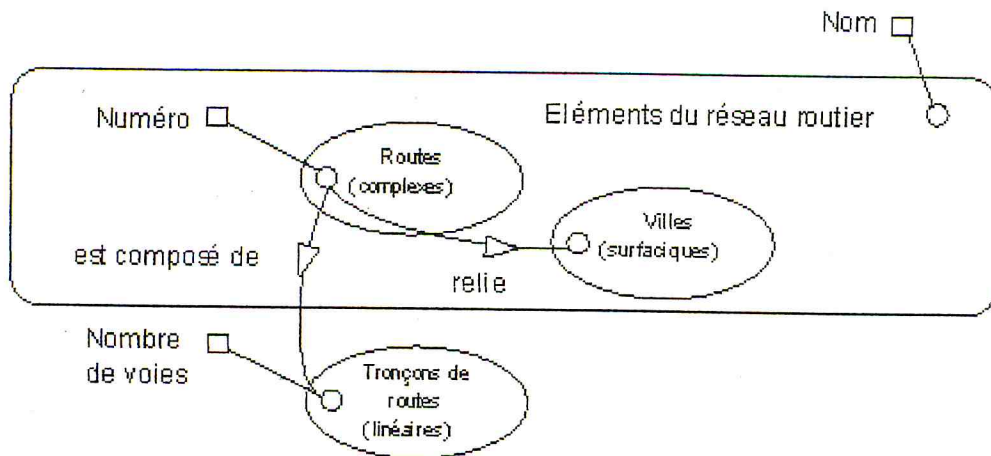


Figure II.15 Exemple de SCD sans classes géométriques [Sté\_2001]

### b) Une base de données multi-échelle

Dans le cas d'une base de données multi-échelle, la géométrie de chaque objet va dépendre de l'échelle de saisie ou de représentation: une ville de 10 000 habitants sera tantôt représentée par une surface, tantôt représentée par un symbole attaché à un point. Comme précédemment, il est inutile de faire apparaître les classes géométriques mais il faut préciser la représentation des objets dans un glossaire décrivant le contenu de chaque classe.

### c) Les redondances

En théorie, les redondances sont à proscrire pour éviter les incohérences. Mais un chaînage dans l'hypergraphe peut faire apparaître des cycles. Faut-il les "casser" en supprimant des liens ? Non bien sûr, on conservera toujours les liens qui sont soit des contraintes à vérifier impérativement, soit des informations indépendantes de l'échelle voire de la géométrie.

Par exemple, le lien "une route relie des villes" pourrait être supprimé lorsque l'on fait apparaître les classes géométriques car les surfaces qui représentent des "villes" sont bordées par des arcs reliés à d'autres arcs par des sommets, certains de ces arcs représentant des "tronçons de routes" composant les "routes". Cependant, la suppression de ce lien aurait deux inconvénients majeurs : la relation entre villes et routes serait difficile à exploiter et il serait nécessaire de faire apparaître les classes géométriques sur le modèle [Ash\_2002] [Sté\_2001].

## II.11 Conclusion

On a consacré ce chapitre à l'introduction de l'information géographique en nous intéressant tout d'abord à l'étude des SIG ainsi qu'à la modélisation des différentes données selon la méthode "HBDS". Dans le chapitre qui suit, nous allons exploiter cette modélisation pour l'analyse de nos données et la conception de notre système.



*Chapitre III*

*Analyse et Conception*

### III.1 Introduction

Notre travail de Conception et de réalisation d'une base de données géographiques entre dans le cadre d'un plan d'occupation des sols (P.O.S) l'outil qui vise à organiser les zones urbaines, à préparer la réalisation des équipements et à protéger les espaces naturels et qui a comme rôle "d'orienter les concepteurs vers la promotion de la qualité urbaine et architecturale de la ville, de conduire à la maîtrise du développement urbain et de la consommation de l'espace; ce qui rend le P.O.S un document essentiel pour construire, équiper et protéger le territoire " [Mil\_2003]. Ce document se compose de deux parties:

- *Le règlement : Qui donne les perspectives générales et particulières qui permettent de voir l'image future de la zone d'étude et qui doit passer par une étape d'analyse de l'existant et de composantes urbaines pour pouvoir effectuer le plan futur de la ville.*
- *Des documents cartographiques : qui accompagnent le règlement et qui contiennent les résultats de toutes les étapes de traitement.*

La meilleure façon de présenter le P.O.S est de le mettre dans un système d'information géographique à travers une base de données urbaine, qui sera utile pour les architectes, les responsables de la ville, les décideurs, de même que pour les citoyens.

Cette base de données géographiques est un outil opérationnel qui permet d'organiser et de gérer l'information géographique sous forme numérique dans des fichiers qui décrivent les objets ou phénomènes localisés sur la terre suivant tous leurs attributs et relations nécessaires à la modélisation de l'espace.

Pour concevoir cette base de données on suit la méthode de conception OMT (Objet Modeling Technique) qui est une méthode basée sur le concept d'objet qui permet de représenter les classes et les relations [Lou\_1996].

### III.2 Présentation de la méthode de conception

Pour la construction d'un système d'information, l'intérêt d'une méthode d'analyse et de conception est de proposer une démarche pour élaborer un plan d'action. Ainsi, des modèles de synthèse qui sont à la fois des outils de communication et de contrôle de qualité, sont conçus.

De nombreuses méthodes [Rum\_1997] ont été proposées depuis les années 70. Ces méthodes ont toujours été inspirées par les technologies successives mises à la disposition des concepteurs : c'est-à-dire les langages programmation, les gestionnaires de base de données, les technologies réseau etc..



Les méthodes objets ont été créées sous l'influence des langages objet et des systèmes de gestion de bases de données objet (SGBDO).

### III.2.1 Méthode de conception OMT

La méthode OMT " Object Modeling Technique " a été inventée à la fin des années 80. Le principal ouvrage décrivant la méthode, dont l'auteur est James Rumbaugh, est paru en 1991 [Rum\_97][Lou\_96].

OMT n'est pas une méthode dédiée explicitement à la programmation orientée objet; mais est utilisée pour spécifier des applications dont le langage cible est:

- bases de données relationnelles,
- langages classiques

OMT apporte deux choses :

- une méthodologie pour le développement orienté objet,
- une notation graphique pour la communication de concepts orientés objet.

La méthodologie consiste en la réalisation d'un modèle du domaine d'application, complété par des détails d'implémentation, au cours de la phase de spécification et de la conception du système. Le processus comporte les étapes suivantes: analyse, modélisation du système, modélisation des objets et implémentation.

La modélisation et la spécification orientée objet est une méthode permettant de décrire des problèmes organisé autour de concepts du monde réel .

La construction fondamentale est l'objet, qui combine données et comportement. Les modèles objets sont utiles pour :

- Comprendre des problèmes,
- Communiquer avec des experts,
- Modéliser des organisations,
- Préparer de la documentation,
- Concevoir des programmes et des bases de données.



Le processus comporte les étapes suivantes :

- Réaliser un modèle analytique des aspects essentiels de l'application, sans aucun a priori d'implémentation. Ce modèle comporte les objets essentiels du domaine applicatif avec leurs relations,
- Prendre des décisions de conception pour affiner le modèle initial, préciser et optimiser l'implémentation :les objets applicatifs ainsi décrits forment le cadre de la programmation à venir,
- Traduire le modèle dans un langage de programmation quelconque, ce même modèle est employé tout au long du cycle de développement.

### ***III.2.2 Développement orienté objet***

Le développement orienté objet est une nouvelle approche du logiciel basée sur des abstractions qui existent dans le monde réel. Dans ce contexte, le terme développement renvoie aux étapes amont du cycle de vie du logiciel:

- *Analyse et spécification,*
- *Conception,*
- *Programmation.*

L'approche objet [Rum\_1997] consiste à se concentrer sur les concepts inhérents à un domaine applicatif plutôt que sur les conditions de mise en oeuvre dans un langage cible. Qu'il soit orienté objet ou non, la complexité de réalisation d'un logiciel est beaucoup plus due à la difficulté de manipuler ces concepts qu'aux aléas de la mise en oeuvre.

### ***III.2.3 La démarche d'analyse et de conception d'OMT***

Comme la plupart des méthodes orientées objet, OMT propose une démarche en trois phases:

#### ***III.2.3.1 La phase d'analyse***

L'analyste construit (avec le demandeur) un modèle du monde réel qui fasse apparaître ses propriétés pertinentes: le modèle issu de l'analyse est une description précise, concise, de ce que le client demande.

L'analyse [Mat\_2003] doit permettre la compréhension d'un problème, l'appréhension des besoins utilisateurs, et préparer ainsi la conception et la réalisation de logiciels. Une bonne analyse ne comporte aucune décision d'implantation. Elle repose sur les trois points de vue: statique, dynamique, fonctionnel. donnant lieu à trois sous-modèles.

L'analyste doit communiquer avec son client pour lever les ambiguïtés, corriger les idées erronées: cela permet d'être confronté, dès le début du processus de développement, aux incompréhensions et de les résoudre tant que c'est encore facile. La frontière entre l'analyse et la conception est toujours floue. Il faut savoir la fixer et vérifier le résultat des analyses avec les utilisateurs ou les experts du domaine. Ces modèles d'analyse vont servir de base à la deuxième phase de la méthode: la conception.

### III.2.3.2 La phase de conception

Elle permet de présenter l'architecture de l'ensemble du système, par intégration des contraintes et des soucis de performance. La conception technique des objets donne une spécification détaillée de l'implémentation des objets, indépendante d'un environnement donné, mais compatible avec une technologie choisie; c'est le niveau logique, qui définit les structures de données et les algorithmes d'implémentation des classes.

### III.2.3.3 La phase d'implémentation

Il s'agit de l'écriture du code, en tant qu'extension du processus de conception. Elle varie en fonction des langages cibles et des systèmes de gestion de bases de données choisies, suivant qu'ils sont ou non orientés objet.

### III.2.4 La modélisation avec OMT

OMT [Lou\_1996] permet de modéliser un système selon trois points de vue complémentaires, chacun capturant des aspects essentiels du système, tous requis pour une description complète.

- *le modèle objet est le point de vue des données,*
- *le modèle dynamique est le point de vue du contrôle, des comportements,*
- *le modèle fonctionnel est le point de vue des transformations apportées aux données.*

Ces trois modèles font tous partie de la phase d'analyse.

#### III.2.4.1 Le modèle objet

Ce modèle décrit la structure des objets d'un système, qui sont les éléments sur lesquels les autres modèles s'appuient: les objets sont les atomes de nos modèles. A l'issue de l'analyse, le modèle objet comporte des termes familiers aux personnes du domaine, et normalement aucune référence informatique.

Le modèle de conception comporte lui des références informatiques bien évidemment. Le modèle objet est représenté par des diagrammes décrivant les différentes classes, hiérarchisées, et comportant les attributs et les opérations utiles. Ce modèle est le plus important, les autres s'appuyant sur lui, le modèle objet utilise une représentation graphique intuitive et est utile pour communiquer entre les différents contractants d'un projet.

les concepts fondamentaux présentés dans ce chapitre sont :

- *la classe,*
- *le lien,*
- *l'association,*
- *la généralisation.*
- *l'héritage.*

## A. Objets et classes

### i. Objets

On définit un objet comme une entité identifiable, ayant des limites connues et précises, et une pertinence particulière pour le problème considéré.

les objets ont deux vertus :

- Ils permettent la communication,
- Ils servent de base pratique à la programmation,
- Il n'existe pas pour un problème de découpage en objets meilleur que tous les autres; c'est une affaire de jugement.

### ii. Classes

Une classe désigne un ensemble d'objets ayant en commun :

- les attributs,
- le comportement,
- les liens avec d'autres classes,
- la signification ou sémantique

### iii. Attributs

Un attribut est une donnée maintenue par les instances d'une classe, soit par exemple : nom, âge, poids, marque d'un véhicule.

Un attribut reçoit une valeur pour chaque instance.

### iv. Diagrammes objets

Les diagrammes objets fournissent une notation graphique pour les concepts de classes et d'objets. On dispose de deux types de diagrammes :

- les diagrammes de classes
- les diagrammes d'instances

Les diagrammes de classes décrivent des ensembles d'objets, leurs caractéristiques et les liens inter classes. Les diagrammes d'instances décrivent des objets effectifs avec leurs liens, ils sont utiles pour documenter des jeux de tests (scénarios). On utilise principalement les diagrammes de classe; les diagrammes d'instances servent à documenter des diagrammes de classes complexes.

### III.2.4.2 Le modèle dynamique

Le modèle dynamique s'intéresse aux aspects temporels du système et aux objets à l'intérieur de ce système.

Il décrit les aspects d'un système où interviennent :

- Le temps,
- Les séquences,
- Les événements,

- *Séquences d'événements,*
- *Les états qui définissent le contexte pour des événements,*
- *L'organisation des événements et des états.*

Le modèle dynamique décrit le contrôle: les séquences d'opérations qui ont lieu, sans égard pour:

- *Ce qu'elles font,*
- *Ce sur quoi elles opèrent,*
- *Comment elles sont programmées.*

Le modèle dynamique est représenté graphiquement à l'aide de diagrammes d'états. Chaque diagramme décrit les états et séquences d'événements permises pour une classe d'objets; ces diagrammes comportent des références aux autres modèles:

- *Les actions correspondent aux fonctions du modèle fonctionnel,*
- *Les événements deviennent des opérations des objets du modèle objet.*

Le modèle dynamique est sans grand intérêt pour un système de données purement statique tel qu'une base de données. En revanche, il est important pour les systèmes interactifs. Pour la plupart des problèmes, l'exactitude logique dépend de séquences d'interactions.

### **III.2.4.3 Le modèle fonctionnel**

Le modèle fonctionnel décrit les calculs effectués par un système : un calcul est une transformation de données, les résultats de ces transformations sont décrites sans dire quand elles se produisent. Ce modèle dresse les aspects d'un système concernés par des changements au niveau des:

- *Fonctions,*
- *Applications,*
- *Contraintes,*
- *Dépendances fonctionnelles.*

Il décrit ce que fait un système, sans considération pour quand ou comment il le fait. Le modèle fonctionnel est représenté par des diagrammes de flots de données (DFD) qui montrent :

- *les dépendances entre valeurs,*
- *le calcul des données de la sortie en fonction des données en entrée et de traitements sans considérer quand, ni si, les fonctions correspondantes sont exécutées.*

Le modèle fonctionnel est central pour certains systèmes (compilateurs, feuilles de calcul électronique, code des impôts).

### *III.2.5 Relations entre les modèles*

On a vu que chaque modèle décrit un aspect d'une réalité, avec des références aux deux autres modèles. Le modèle objet décrit les structures de données utilisées par les modèles dynamique et fonctionnel.

Les opérations du modèle objet correspondent à des événements du modèle dynamique et à des fonctions du modèle fonctionnel; le modèle dynamique décrit la structure de contrôle des objets il montre ainsi, les décisions qui dépendent de valeurs dans l'objet et qui provoquent des actions qui changent d'état et appellent des fonctions.

Le modèle fonctionnel décrit les fonctions invoquées par des opérations du modèle objet et des actions du modèle dynamique, les fonctions opèrent sur des données décrites dans le modèle objet; le modèle fonctionnel décrit aussi des contraintes sur les valeurs des objets.

### *III.2.6 Conclusion*

La notation OMT est un idéal. Toutes les constructions ne sont pas nécessaires pour chaque problème. Beaucoup de constructions sont optionnelles: il suffit juste d'utiliser seulement ce que vous sentez être nécessaire pour le problème à traiter.

On ne sait pas toujours décider si une information doit ou non figurer dans un modèle, car un modèle décrit ses frontières de façon toujours brutale au début. D'ailleurs, certaines limites doivent être déplacées.

Certaines propriétés d'un système peuvent parfois être mal représentées par OMT : en effet, aucune méthode ne peut être complète dans ce cas, le recours à tout autre langage ou méthode (graphique ou non, spécifique au domaine ou non) est souhaitable ou même nécessaire [Rum\_97] [Lou\_96].

### III.3 Analyse et conception avec OMT

#### III.3.1 Description du problème

Après avoir rassemblé cette masse importante de données sur la zone d'étude, on doit trouver une façon de les modéliser, les structurer et les intégrer dans une base de données afin d'aboutir à un système d'information géographique permettant l'acquisition, l'archivage, l'affichage, l'analyse et le traitement de ces données particulières.

On doit trouver un moyen de lier les données spatiales et les données sémantiques, résoudre le problème de l'intégration de la cartographie numérique et l'image aérienne dans la base de données ainsi que celui du géoréférencement et de superposition des couches.

Enfin, on doit montrer les possibilités d'exploitation du SIG et les résultats obtenus.

#### III.3.2 Construction du Modèle Objet

##### III.3.2.1 Identification des classes

Les classes doivent contenir tous les objets qui forment le tissu urbain dans la zone d'étude. Dans ce cadre, après avoir étudié les données disponibles on a choisi les classes suivantes:

- la classe commune,
- la classe îlot,
- la classe parcelle,
- la classe permanence\_bâti,
- la classe voirie,
- la classe conduite\_eau,
- la classe canalisation\_assainissement,
- la classe regard,
- la classe permanence\_ligne,
- la classe observation,
- la classe arbres,
- la classe ligne\_arbre,
- la classe espace libre,
- la classe point\_électrique,
- la classe point\_eau,
- la classe point\_coté,
- la classe Muraille\_historique.

### III.3.2.2 Description des classes d'objets

Nous avons pu représenter tout ce qui caractérise l'occupation du sol et les zones urbaines. Cependant, la réalité est bien trop compliquée pour être représentée dans une seule base de données ou même plusieurs.

Dans ce qui suit, on va définir le rôle de chaque classe d'objet :

- **classe commune** : définit les limites de la zone d'étude, sa surface, ainsi que la population. Les autres objets doivent appartenir géographiquement à cette zone.
- **classe d'îlots** : contient les îlots, leur positions et limites et les statistiques sur ces îlots (population, nombre de logements, nombre de commerces...)
- **classe des espaces libres** : où on trouve les espaces libres, leur positions, surface, nom...
- **classe des parcelles** : où on trouve les parcelles, l'unité principale de découpage des îlots, leur positions, leur limites (qui est une information très importante) leur propriétaires, nombre de bâtiments en bon états, en mauvais états ou en ruine, nombre d'habitants...etc.
- **classe des permanences du bâti** : contient toutes les bâtiments qui ont une valeur historique et qui appartiennent au patrimoine culturel de la ville comme le minaret de la mosquée EL-Batha, Dar l'Emir...etc.
- **classe des permanences des lignes** : où on trouve les permanences naturelles ou artificielles qui ont une forme linéaire, comme la muraille historique, l'ancien oued, les parcours antiques, où on peut voir ceux qui sont altérés et ceux qui persistent.
- **classe d'observation** : regroupe les observations sur les parcelles; les équipements(hôpital, école, musée...), les commerces et les professions (restaurant, café, médecin, dentiste..). Elle indique leurs positions dans la zone d'étude et nous permet de connaître les activités commerciales et ce qui existe et manque comme équipements.
- **classe voirie** : elle contient le réseau routier dans la ville, le type de ces composants (boulevard, route, rue), leur classifications, comme elle nous permet de voir les points de début et de fin de ces éléments et calculer leur longueurs et leur largeurs.



- *classe canalisation\_ assainissement* : elle contient tous les éléments du réseau d'assainissement de type linéaire, leur positions, leur classifications et leur diamètres.
- *classe regard* : qui sont les éléments non linéaires du réseau d'assainissement, on peut voir leur positions et leur types.
- *classe conduite d'eau* : contient toutes les conduites du réseau d'alimentation en eau potable, leur diamètres, leur positions et leur classifications .
- *classe point d'eau* : où on trouve les vannes et les bouches d'incendies, leur position bien sûr et leur propriétés.
- *classe arbre* : contient les arbres qui se trouve dans la zone d'étude, leur positions et leur types. Ces éléments qui ont une place particulière dans notre entourage et dans notre culture participent à former l'image de chaque ville.
- *classe ligne\_arbre* : contient les lignes d'arbres, leur positions dans les îlots. Elle nous permet de voir leur emplacements dans la ville et de calculer leur longueurs.
- *classe point\_électrique* : contient tous les poteaux électriques et les lampadaires dans la zone d'étude. Elle permet de voir leur emplacements et de juger l'éclairage dans cette ville, où ajouter des lampadaires ou des poteaux électriques.
- *classe point\_coté* : où on trouve les points de coté qui contiennent les altitudes de la ville (mesurées en mètre).
- *classe muraille\_historique* : contient la représentation de la muraille historique.

III.3.3 Le dictionnaire de données

<i>Code</i>	<i>Désignation</i>
-nom_commune -surface_commune -population_commune	-nom de la commune -surface de la commune -nombre d'habitants dans la commune
-n_ilot -nb_par -population_i -nb_log_i -nb_ind_i -nb_coll_i -nb_menage_i -nb_privé_i -nb_Etatatique_i -nb_bat_bon_i -nb_bat_moyen_i -nb_bat_mauvais_i - nb_bat_ruine_i - nb_bat_cours_i - nb_commerce_i - surf_bati - surf_totale - C_E_S - C_O_S - nb_étage_max_i	-numéro d'îlot -nombre de parcelles dans l'îlot -population dans l'îlot -nombre de logements dans l'îlot -nombre de logements individuels dans l'îlot -nombre de logements collectifs dans l'îlot -nombre de ménages dans l'îlot -nombre de propriétaires privés dans l'îlot -nombre de biens étatiques dans l'îlot -nombre de bâtiments en bon état dans l'îlot -nombre de bâtiments en moyens état dans l'îlot -nombre de bâtiments en mauvais état dans l'îlot -nombre de bâtiments en ruine dans l'îlot -nombre de bâtiments en cours dans l'îlot -nombre de commerce dans l'îlot -surface bâti dans l'îlot -surface totale d'îlot -coefficient d'emprise au sol. -coefficient d'occupation de sol. -nombre d'étages maximum dans l'îlot

<p>-n_par_i -population -nb_logements -nb_menage -typologie -nb_commerce -bien_privé -bien_Etat -bien_OPGI -procédure_en_cours  -co_propriétaires -co_locataires -nb_bat_bon -nb_bat_moyen -nb_bat_mauvais -nb_bat_ruine -nb_bat_cours -nb_étage_max</p>	<p>-numéro de parcelle par îlot -population dans la parcelle -nombre de logements dans la parcelle -nombre de ménages dans la parcelle -typologie de bâtiment dans la parcelle -nombre de commerce dans la parcelle -nombre de logements privés dans la parcelle -nombre de logements étatiques dans la parcelle -nombre de bien O.P.G.I dans la parcelle -nombre de logements que le propriétaire n'est pas fixé.  -nombre de copropriétaires -nombre de colocataires -nombre de bâtiments bons dans la parcelle -nombre de bâtiments moyens dans la parcelle -nombre de bâtiments mauvais dans la parcelle -nombre de bâtiments en ruine dans la parcelle -nombre de bâtiments en cours dans la parcelle -nombre d'étages maximum dans la parcelle</p>
<p>-Nom-v -Type-v -Class-v</p>	<p>-nom de la voie -type de la voie. -classification de la voie.</p>
<p>-Type-R</p>	<p>-type de regard.</p>
<p>-class-ca -diam-ca</p>	<p>-classification de canalisation d'assainissement -diamètre de canalisation d'assainissement</p>
<p>-Class-Va</p>	<p>-classification de vannes.</p>
<p>-Type-C -Etat-C -Diam-C</p>	<p>-type de conduite d'eau -état de conduite d'eau -diamètre de conduite d'eau</p>
<p>- Class_BI</p>	<p>-classification de la bouche d'incendie</p>

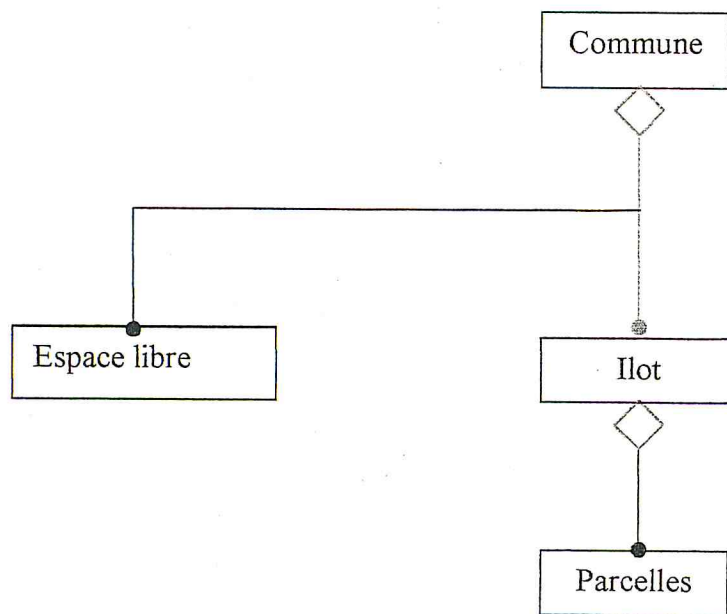
-Class_per -Etat_per -val_architecturale -val_historique	-classification de bâtiment qui a une valeur historique. -état des bâtiments. -valeur architecturale de bâtiments. -valeur historique des bâtiments.
-Type_observation -Nb_observation -Nom_équipement	-type d'observation -nombre d'observations identiques dans une parcelle -nom d'équipement
-Type_PL -Class_PL -Etat_PL	- type de permanence qui a une forme linéaire - classification de permanence - état de permanence
-type	-type d'arbre
-type_pel	-type de pylône électrique
-Nom_Esp -Type_Esp -Surf_Esp	-nom d'espace libre -type d'espace libre -surface d'espace libre
-Altitude	-altitude
-Etat_M	-état de muraille
-Type_A	-type d'arbres dans une ligne

*Tableau III.1 Le dictionnaire de données de la base de données*

### III.3.4 Elaboration des relations d'agrégation et d'héritage

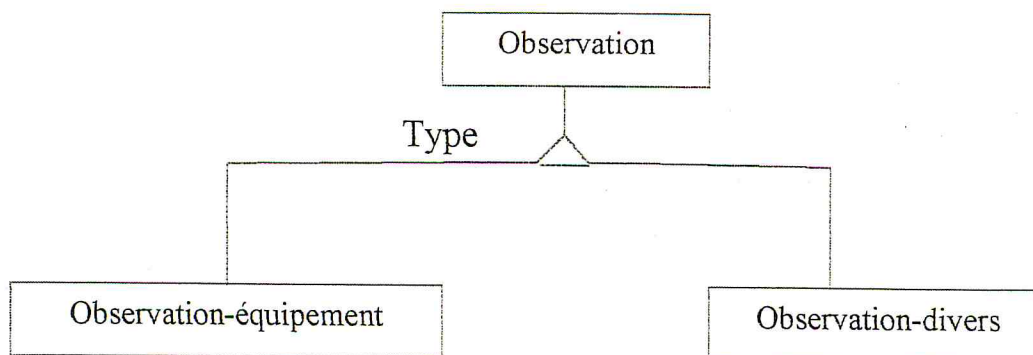
L'agrégation et l'héritage sont des notions fondamentales dans les méthodes de conception orientés objets, donc utilisées dans OMT; l'agrégation est une opération "composé\_composant" ou "partie de" dans laquelle les objets représentant des composants d'une chose sont associés à un objet représentant l'assemblage entier. Quand à l'héritage, c'est une abstraction puissante qui permet de partager les points communs entre les classes tout en préservant leurs différences. [Rum\_1997].

Plusieurs objets sont composés de l'agrégation d'autres objets ; c'est ce qui est décrit dans le schéma suivant:

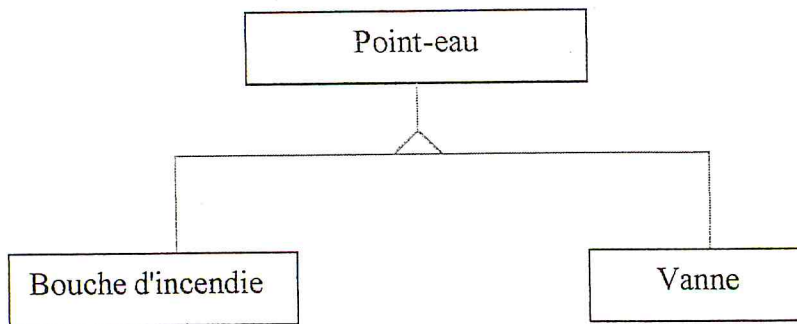


*Figure III.1 Schéma représentant l'agrégation dans la base de données*

On trouve aussi l'héritage dans deux classes:



*Figure III.2 Schéma représentant l'héritage dans la classe Observation*



*Figure III.3 Schéma représentant l'héritage dans la classe Point-eau*

### III.3.5 Les classes et les associations

Dans une ville, il existe plusieurs relations entre ses composantes. La plupart de ces relations sont celles de composition, d'adjacence, d'insertion qui sont des relations géographiques liées à la topologie et à la position de l'objet.

Après avoir étudié les classes et les relations, on a élaboré le diagramme d'objet suivant:

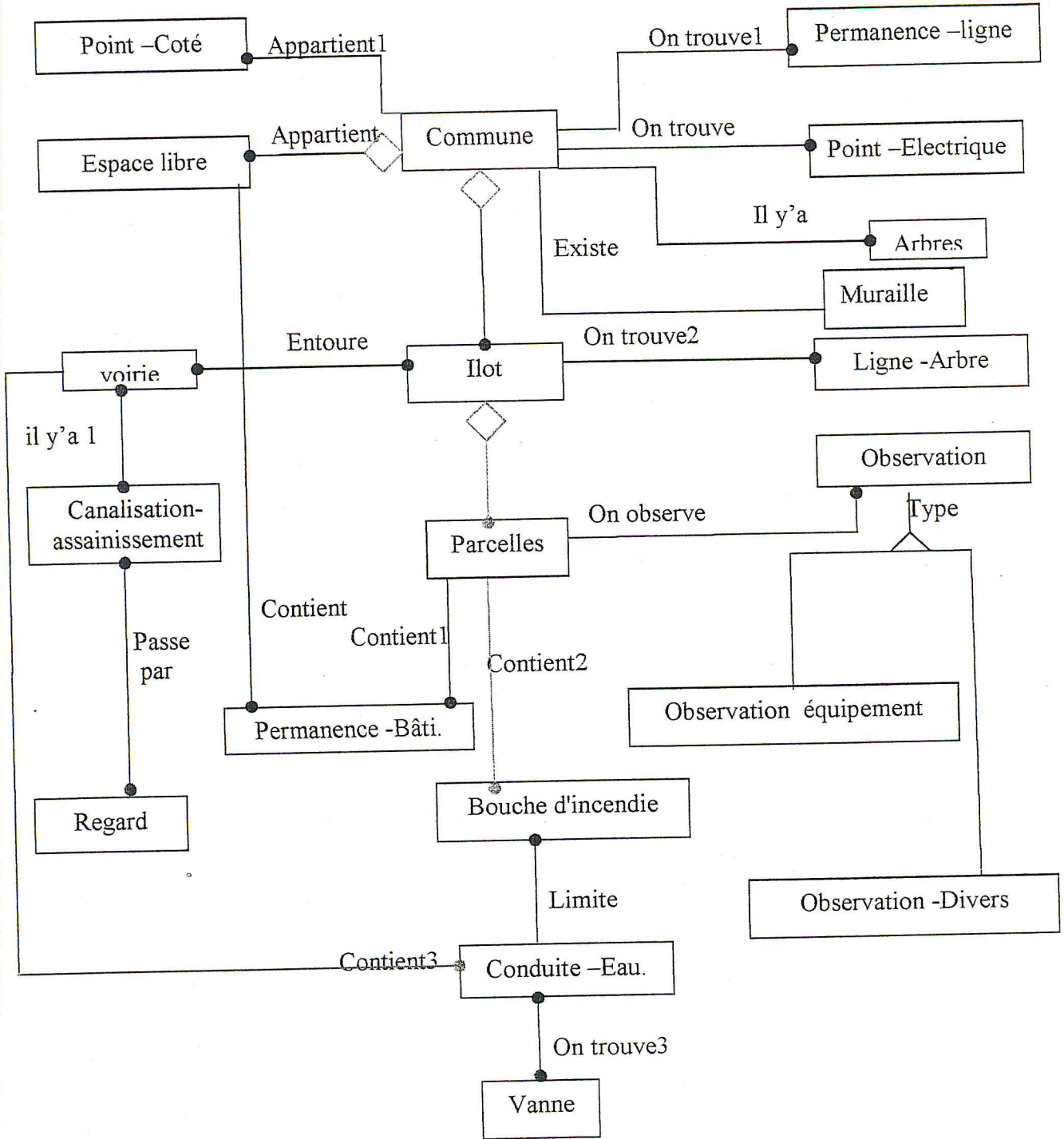
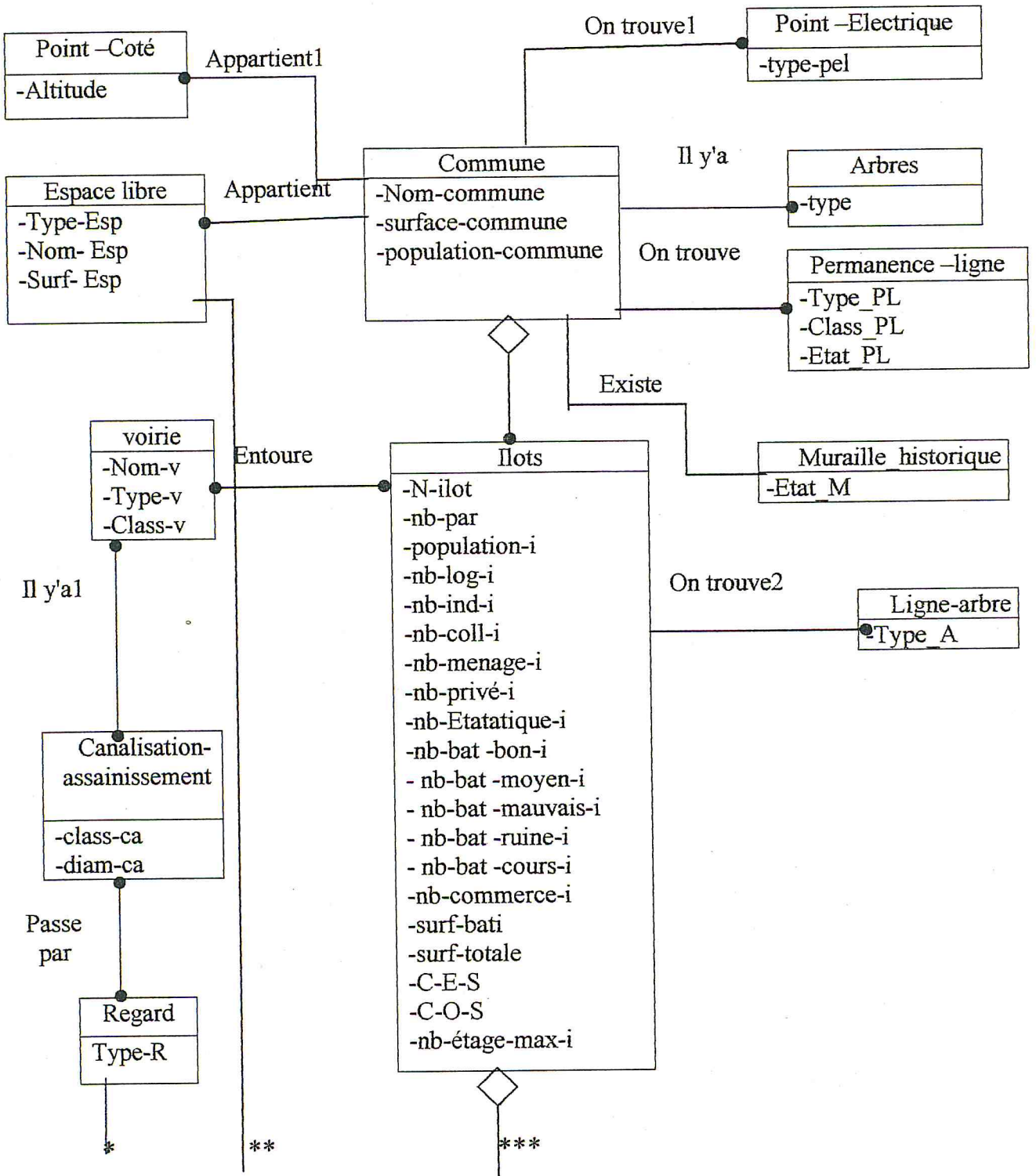


Figure III.4 Diagramme d'objet initial

### III.3.6 Le modèle d'objet final

Une fois les classes ainsi que les relations, définies, on doit ajouter les attributs pour accomplir le diagramme d'objet et préparer les étapes suivantes:





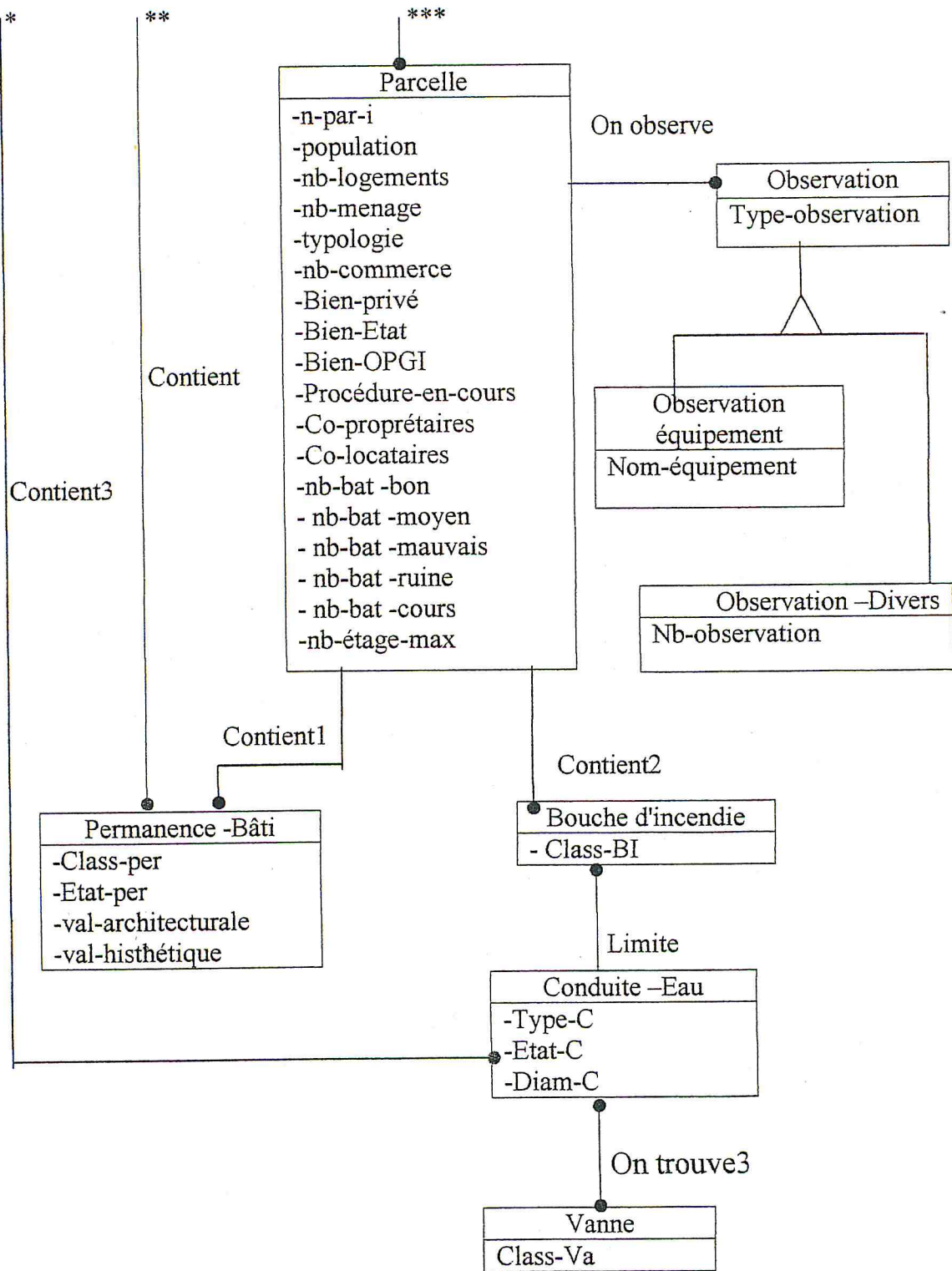


Figure III.5 Diagramme d'objet de la base de données

### III.3.7 Description des opérations

Dans OMT chaque classe d'objets est composée de deux parties: les attributs et les opérations ou les méthodes. Les attributs sont les composantes ou les propriétés de chaque objet et les méthodes sont les fonctions ou les transformations qui peuvent être appliquées aux objets ou par les objets dans une classe.

Dans notre cas, puisqu'il s'agit d'une base de données, nous remarquons que les opérations sur ces classes sont communes. Le tableau suivant indique ces différentes opérations:

<i>Classe</i>	<i>Méthode</i>
Commune	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (surface, distance).
Ilots	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (adjacence, intersection, inclusion).
Parcelle	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (adjacence, intersection, inclusion).
Espace libre	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (adjacence, intersection, inclusion).
Permanence -Bâti	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (adjacence, intersection, inclusion).
Observation_équipement	Création, MAJ, suppression, consultation, impression.
Observation_divers	Création, MAJ, consultation, suppression, impression.
Point_côté	Création, MAJ, suppression, consultation, impression.
Arbres	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (inclusion).

Ligne_arbre	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (longueur, inclusion).
Permanence –ligne	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (longueur, inclusion).
Canalisation_assainissement	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (longueur, intersection).
Conduite_eau	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (longueur, intersection,).
Voirie	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (longueur, distance, intersection).
Vanne	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (intersection).
Regard	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (intersection).
Bouche_Incendie	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (intersection, inclusion).
Point_électrique	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (inclusion).
Muraille_historique	Création, MAJ, suppression, consultation, impression.

*Tableau III.2 Opérations sur les classes*

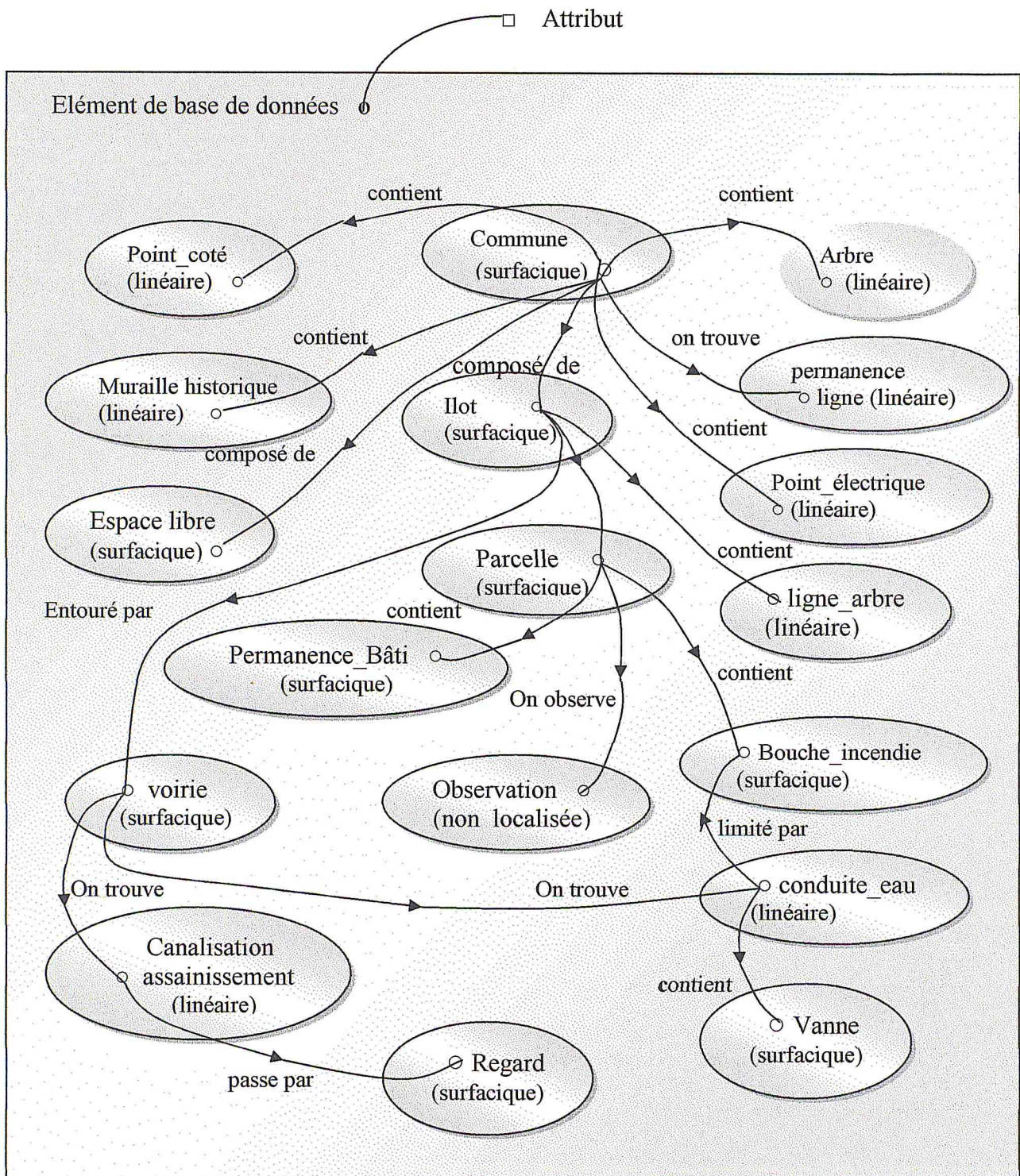
### III.3.8 Modélisation des données géographiques

Une base de données géographiques est composée de données sémantiques et de données géométriques, il s'agit donc d'une base de données spéciale qui nécessite une modélisation spéciale. Il existe différentes méthodes de modélisation de ces données ; parmi lesquelles on cite MADS (modèle conceptuel spatio-temporel), HBDS (Hypergraphe Based Data Structure) qu'on a choisi est qui est une méthode de modélisation des données relative à la théorie

des Hypergraphes présentant les classes d'objets sémantiques et géométriques ainsi que les attributs et les liens.

### III.3.9 Schéma de la base de données géographiques en HBDS

Après avoir présenté la méthode HBDS, on va construire le SCD (Schéma Conceptuel de Données) de notre base de données géographiques.



Ce SCD géographique peut être lu de la manière suivante:

- Chaque élément de la base de données a des attributs,
- Les îlots, les parcelles, les arbres... sont des éléments de cette base de données,
- Chaque élément a des liens avec les autres,
- Chaque élément est représenté par une forme, (exemple: les îlots par des surfaces (polygones), les conduites d'eau par des arcs (ligne et polyligne))
- Ces arcs et ces surfaces deviennent des objets géométriques dont les coordonnées forment les couches de cette base de données.

### **III.3.10 Conclusion**

Dans ce chapitre, on a défini les objets qui vont former la future base de données. La méthode de modélisation HBDS des données géographiques permet d'assurer la représentation de tous les composants spatiaux et sémantiques. Dans le chapitre qui suit, notre application est développée pour implémenter la base de données géographiques en se basant sur la forme de nos objets "relationnel ou objet".



*Chapitre IV*

*Réalisation de la base de données  
géographiques*

## IV.1 Introduction

Après l'étape de modélisation des données géographiques et la conception de la base de données, on doit passer à l'étape de réalisation, la première phase dans cette étape est le choix des logiciels. Pour la création, la gestion et l'interrogation de la base de données on va utiliser le logiciel MAPINFO avec Microsoft Access pour la gestion des données attributaires.

## IV.2 Description de MapInfo

C'est un outil de type SIG Bureautique généraliste; il sert à créer, manipuler, traiter l'information géographique, faire des requêtes spatiales, produire des cartes, cartes thématiques, cartes 3D, graphes... comme il peut bénéficier des services de différents SGBD tel qu'ACCESS, EXEL et ORACLE [Map\_2001].

MapInfo utilise des fichiers appelés "Tables" qui contiennent les données à référence spatiale, chaque table est constituée de plusieurs fichiers :

- Un fichier .MAP : regroupe les données géométriques décrivant les entités géographiques (forme des objets, position...)
- Un fichier .DAT : contient la base de données sémantique.
- Un fichier .ID : contient l'information permettant d'établir le lien entre les vecteurs et la base de données (.MAP) ↔ (.DAT)
- Un fichier .IND : est l'index sur les données descriptives; il existe seulement si un champ est indexé
- Un fichier .TAB : c'est le fichier principal qui relie l'ensemble des fichiers afin de les ouvrir dans MapInfo.

Les fichiers \*.MAP, \*.TAB, \*.ID, \*.IND ont le même préfixe donné lors de la création et ils sont indissociables.

Pour la réalisation de notre projet, nous avons utilisé *MapInfo Professional 6.5* [Map\_2001] qui est caractérisé par :

- *Données géographiques en couches et attributs liés aux objets de la carte,*
- *Cartes thématiques et modèles d'analyses thématiques,*
- *Support d'Internet par des Hotlinks inclus dans la carte pour l'accès direct à des sites web; diffusion de cartes en HTML (ImageMap),*
- *Légendes cartographiques et thématiques basées sur les données,*
- *Support des images raster y compris les formats BMP, JPG, PCX, TIFF, MrSID, ECW (ER Mapping),*
- *Outils de géocodage,*
- *Création et sauvegarde de requêtes SQL,*
- *Support de Access 2000, 97 et 95 y compris en multi-utilisateurs,*

- Recherches géographiques,
- Accès en ligne aux bases de données spatiales,
- Gestion des conflits en mode multi utilisateurs,
- Enregistrement et gestion des données en local ou sur serveur,
- Traducteur universel pour les formats Autodesk, Esri, Intergraph, VPF et SDTS,
- Cartes prismatiques mettant une région de la carte en relief,
- Support de Oracle 8i et 9i Spatial,
- Vues stéréoscopiques 3D,
- Interpolation des grilles,
- Fonctions topologiques avancées (détection de trous ou recouvrements, définition de la tolérance pour les objets, généralisation et simplification, etc.)
- Création de symboles personnalisés proportionnels à l'échelle,
- Images raster translucides permettant de les superposer,
- Objets composés de points multiples ou de polygones et poly lignes,
- Inversion des sélections.
- Accès permanent aux données associées aux cartes.
- Nombreuses fonctions de calcul (surface, périmètre, moyenne, somme, coordonnées,...),
- Nombreux systèmes de projection,
- Outil performant de calage de cartes raster,
- Connectivité pour le GPS,
- Disponible dans plus de 20 langues (en particulier Français, Anglais et Allemand).

MapInfo est un logiciel qui est conçu pour fonctionner dans un environnement Windows. Il respecte donc les « Guides de style Windows » ainsi que les règles d'ergonomie des environnements Windows. Les utilisateurs de logiciels Microsoft seront à l'aise dans les fonctionnalités de base et retrouveront les préceptes de souplesse qui permettent d'accéder aux fonctionnalités du logiciel.

### IV.3 Présentation des classes d'objets en tables

Comme on a déjà vu, notre base de données va être installée sous deux SGBD, l'un *relationnel* où chaque table du schéma doit être liée avec les autres à travers des clés étrangères ; chaque association doit être mentionnée soit comme une table ou un champs, et l'autre *géographique* qui permet de déduire facilement des relations d'adjacence ; d'intersection et d'inclusion, de les visualiser sur des cartes ou sur écran , comme il permet de représenter la topologie des objets géographiques, et même des relations qui serait impossible de les trouver dans d'autres SGBD non géographiques (exemple : *les objets qui se trouvent à une distance donnée d'un objet choisi*); ces relations qui peuvent être représentées par plusieurs tables, ce qui va



alourdir le système, augmenter la taille de la base de données et retarder les opérations de saisie et de mises à jour qui sont vitales pour toute base de données et ne va apporter aucun plus aux performances du SIG. Au plus des relations offertes par MapInfo, chaque objet créé "géométrique ou sémantique" va être associé automatiquement à un champ nommé "MAPINFO-ID" qui est de type "Numéro Automatique" et qui pourra être considéré comme clé de cet objet. La suppression de ce champ qui assure la liaison entre les objets spatiaux et les données associées, conduit à une erreur lors de l'ouverture de la table. Ce champ ne pourra pas donc être utilisé comme une clé étrangère; on ne peut pas alors l'utiliser comme un attribut de lien entre les tables de données attributaires.

Sous ces conditions et après avoir défini le modèle d'objet et choisi les classes, les attributs et les liens; l'utilisation de Access pour la gestion des données sémantiques nous amène à faire le passage du modèle objet vers le modèle relationnel; on aura alors les tables suivantes:

- **Commune** (nom-commune, surface-commune, population-commune)
- **Ilot** (n-ilot, nb\_par, population\_i, nb\_log\_i, nb\_ind\_i, nb\_coll\_i, nb\_menage\_i, nb\_privé\_i, nb\_étatatique\_i, nb\_bat\_bon\_i, nb\_bat\_moyen\_i, nb\_bat\_mauvais\_i, nb\_bat\_ruine\_i, nb\_bat\_cours\_i, nb\_commerce\_i, surf\_bati, surf\_totale, C\_E\_S, C\_O\_S, nb\_étage\_max\_i, nom-commune)
- **Espace libre** (ID-Esp, type\_esp, nom\_esp, surf\_esp, nom-commune)
- **Point\_Electrique** (type\_pel).
- **Arbre** (Type).
- **Table Ligne\_Arbre** (Type\_A)
- **Permanence\_ligne** (Type\_PL, Class\_PL, Etat\_PL, nom-commune)
- **Parcelle**(ID-parcelle, n\_par\_i, population, nb\_logements, nb\_menage, Typologie, nb\_commerce, bien\_privé, bien\_état, bien\_OPGI, procédure\_en\_cours, co\_proprétaires, co\_locataires, nb\_bat\_bon, nb\_bat\_moyen, nb\_bat\_mauvais, nb\_bat\_ruine, nb\_bat\_cours, nb\_étage\_max, n\_ilot)
- **Observation\_Equipement** (type\_observation, nom\_équipement, ID-Parcelle).
- **Observation\_Divers** (type\_observation, nb\_observation, ID-Parcelle).
- **Permanence\_Bâti** (Class\_per, Etat\_per, Val\_architecturale, Val\_histhétique, ID-Parcelle, ID-Esp).
- **Bouche d'incendie** (Class\_BI, ID-Parcelle)

- **Conduite\_Eau** (Type\_C, Etat\_C, Diam\_C)
- **Vanne** (Class\_Va)
- **Regard** (Type\_R)
- **Canalisation\_assainissement** (class\_ca, diam\_ca)
- **Voirie** (nom-v, type\_v, class\_v)
- **Point\_Coté** (Altitude, nom-commune)
- **Muraille\_Historique** (Etat\_M, nom-commune)

Les tables de données sont prendre la forme suivante:

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Nom-commune	caractère	20
surface-commune	flottant	-
Population-commune	entier	-

*Tableau IV.1 Table commune*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
ID_Esp	entier court	-
Type-Esp	caractère	20
Nom- Esp	caractère	30
Surf- Esp	flottant	-
nom-commune	caractère	20

*Tableau IV.2 Table Espace libre*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
n-ilot	Entier court	-
nb-par	Entier court	-
population-i	Entier court	-
nb-log-i	Entier court	-
nb-ind-i	Entier court	-
nb-coll-i	Entier court	-
nb-menage-i	Entier court	-
nb-privé-i	Entier court	-
nb-Etatatique-i	Entier court	-
nb-bat -bon-i	Entier court	-
nb-bat -moyen-i	Entier court	-
nb-bat -mauvais-i	Entier court	-
nb-bat -ruine-i	Entier court	-
nb-bat -cours-i	Entier court	-
nb-commerce-i	Entier court	-
surf-bati	Entier court	-
surf-totale	Entier court	-
C-E-S	flottant	-
C-O-S	flottant	-
nb-étage-max-i	Entier court	-
nom-commune	caractère	20

Tableau IV.3 Table Ilot

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
ID_parcelle	Entier court	-
N_ilot	Entier court	-
N_par_i	Entier court	-
Population	Entier court	-
Nb_logements	caractère	12
Nb_menage	Entier court	-
Typologie	Entier court	-
Nb_commerce	Entier court	-
Bien_privé	Entier court	-
Bien_Etat	Entier court	-
Bien_OPGI	Entier court	-
Procédure_en_cours	Entier court	-
Co_proprétaires	Entier court	-
Co_locataires	Entier court	-
Nb_bat_bon	Entier court	-
Nb_bat_moyen	Entier court	-
Nb_bat_mauvais	Entier court	-
Nb_bat_ruine	Entier court	-
Nb_bat_cours	Entier court	-
Nb_étage_max	Entier court	-

*Tableau IV.4 Table parcelle*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Class-per	caractère	10
Etat-per	caractère	22
val-architecturale	caractère	3
val-histhétique	caractère	3
ID_parcelle	Entier court	-
ID_Esp	Entier court	-

*Tableau IV.5 Table Permanence\_Bâti*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Type	caractère	7

*Tableau IV.6 Table Arbre*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Type_pel	caractère	20

*Tableau IV.7 Table Point\_Electrique*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Class_ca	caractère	10
Diam_ca	Entier court	-

*Tableau IV.8 Table Canalisation\_assainissement*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Type_C	caractère	10
Etat_C	caractère	8
Diam_C	Entier court	-

*Tableau IV.9 Table Conduite\_Eau*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Type_R	caractère	8

*Tableau IV.10 Table Regard*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Class_Va	caractère	8

*Tableau IV.11 Table Vanne*

<i>Champs</i>	<i>Ttype</i>	<i>Largeur</i>
Nom_v	caractère	25
Type_v	caractère	9
Class_v	caractère	10

*Tableau IV.12 Table Voirie*

<i>champs</i>	<i>Type</i>	<i>largeur</i>
Type_Observation	Caractère	30
Nom_équipement	Caractère	30
ID_Parcelle	Entier court	

*Tableau IV.13 Table Observation\_Equipement*

<i>champs</i>	<i>Type</i>	<i>largeur</i>
Type_Observation	Caractère	30
Nb_Observation	Entier court	-
ID_Parcelle	Entier court	-

*Tableau IV.14 Table Observation\_Divers*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Type_PL	caractère	8
Class_PL	caractère	8
Etat_PL	caractère	8
nom-commune	caractère	20

*Tableau IV.15 Table Permanence\_Ligne*

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Type_A	caractère	12

Tableau IV.16 Table Ligne\_Arbre

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>largeur</i>
Altitude	Flottant	-
Nom_commune	caractère	20

Tableau IV.17 Table Point\_Coté

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Etat_M	caractère	10
nom-commune	caractère	20

Tableau IV.18 Table Muraille\_Historique

<i>Champs</i>	<i>Type</i>	<i>Largeur</i>
Class_BI	caractère	8
ID-Parcelle	entier court	-

Tableau IV.19 Table Bouche\_Incendie

#### IV.4 Intégration des données numériques

Les données numériques disponibles sont des images aériennes de la zone d'étude et des documents en AutoCAD (*levé topographique, carte des permanences, carte de découpage en îlot et en parcelles, carte des voirie, carte d'observations, carte d'assainissement et d'approvisionnement en eau potable, etc.*) ; nous allons voir comment introduire ces données dans la base de données géographiques, pour la création des couches d'informations (cf. figure IV.1).

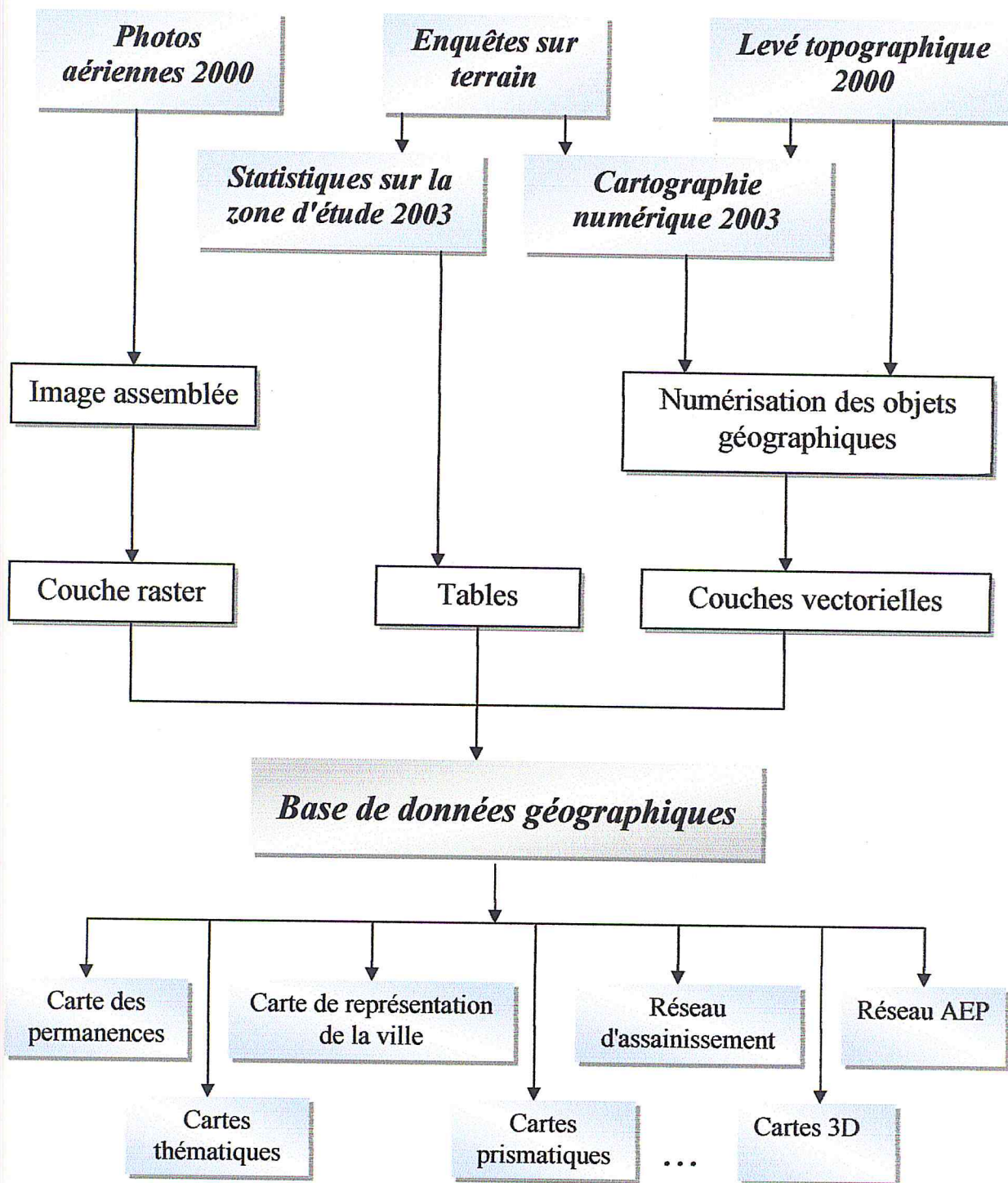


Figure IV.1 Intégration des données et résultats

Ces données sont tout d'abord traduites de l'AutoCAD vers MapInfo en utilisant le "traducteur universel" qui assure l'importation ou l'exportation des données de différents formats vers ou depuis MapInfo (Ex: DWG, DXF d' AutoCAD).



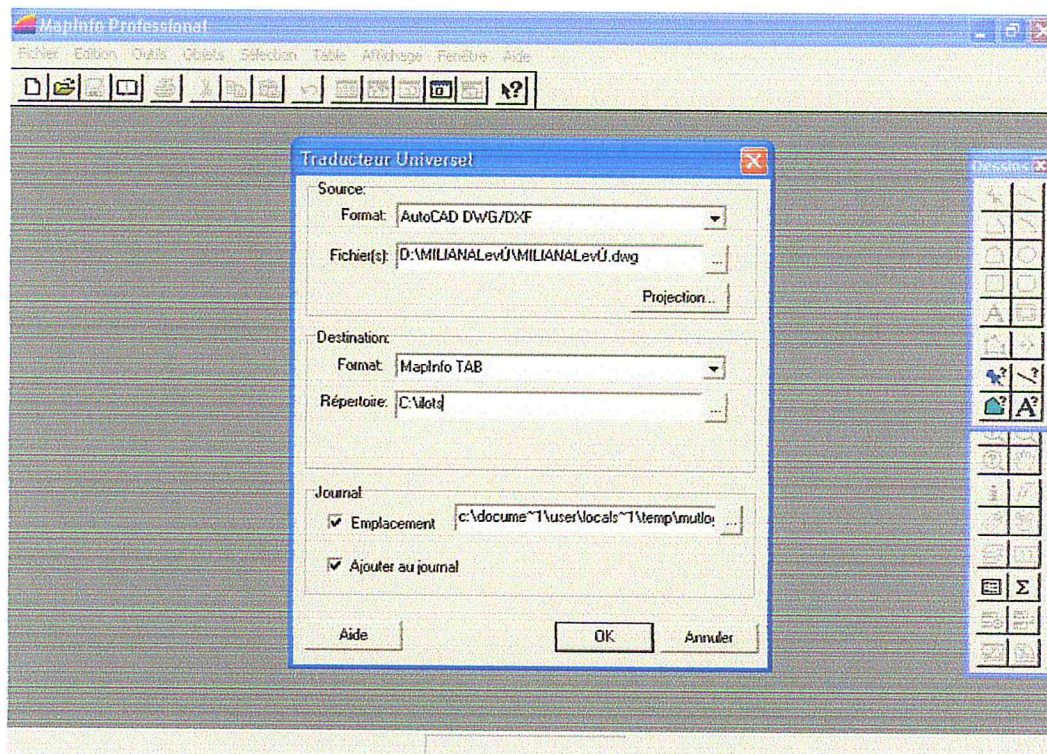


Figure IV.2 Utilisation de traducteur universel

## IV.5 Choix du système de projection

L'un des avantages principaux des logiciels des SIG est la possibilité de superposition des couches, qui ne peut être réalisée que si elles sont toutes dans le même système de projection et appartiennent à la même plage de coordonnées.

La projection qui a été définie comme la méthode de réduction de la distorsion due à la rotondité de la terre appliquée sur une surface plate ou un écran, un système de coordonnées est un ensemble de ces paramètres [Map\_2001].

Dans notre base de données on a utilisé le système "Non terrestre" avec l'unité de mesure "mètre" ; il correspond au système de projection du levé topographique.

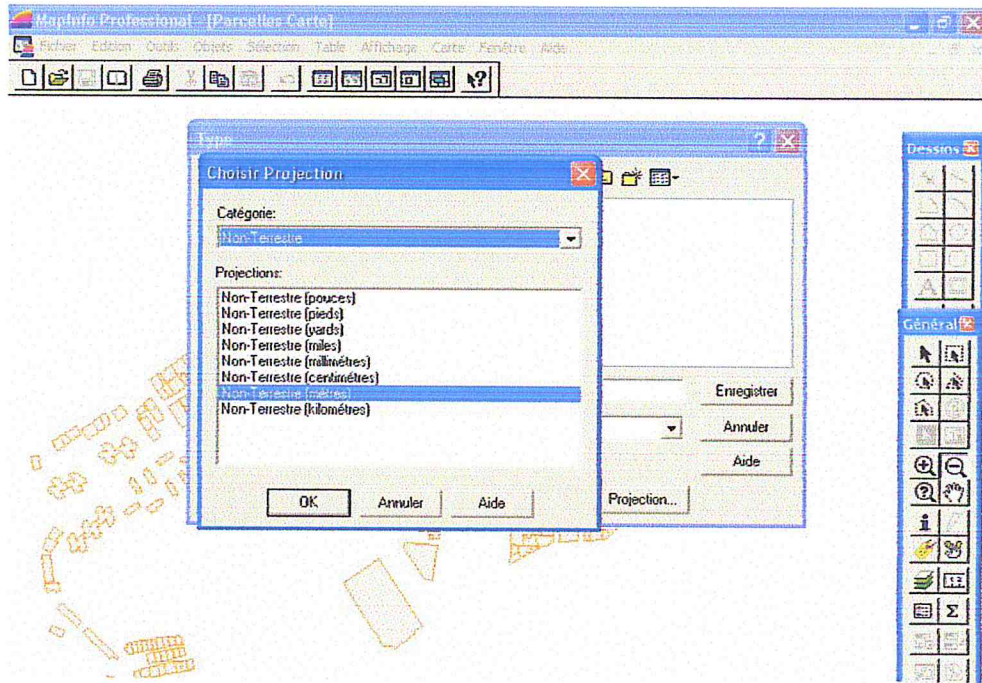


Figure IV.3 Système de projection

## IV.6 Création des couches vectorielles et des tables

La création est faite sous MapInfo, où chaque table de données est liée au plus à une couche (carte) et enregistrée dans Microsoft Access pour assurer la liaison entre les deux logiciels.

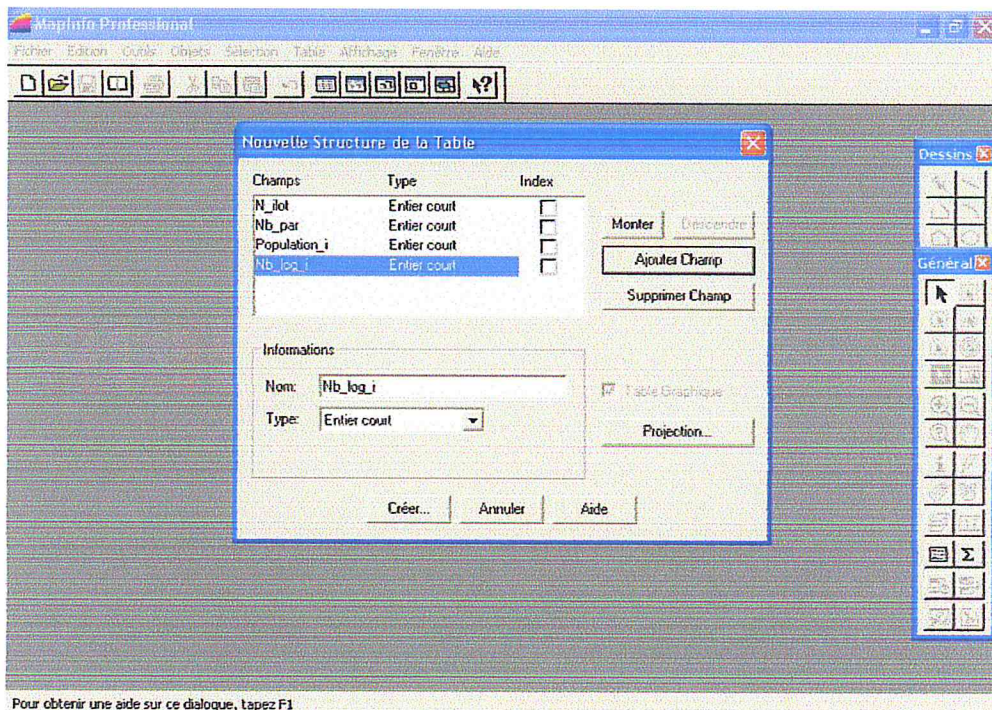


Figure IV.4 Exemple de création d'une table

Après la création des tables, on pourra commencer à remplir les couches par les objets géométriques où chaque couche sera numérisée à partir d'une ou plusieurs couches issues de la traduction du levé topographique et des autres documents d'AutoCad.

Ces objets doivent être dessinés avec exactitude et avec beaucoup d'attention pour assurer la cohérence entre les couches et les relations d'adjacence, d'intersection et d'inclusion permettant d'obtenir des surfaces et des distances avec une plus grande précision possible.

#### IV.6.1 Acquisition des données vectorielles

La numérisation des données vectorielles se fait par divers procédés (cf. figure IV.5)

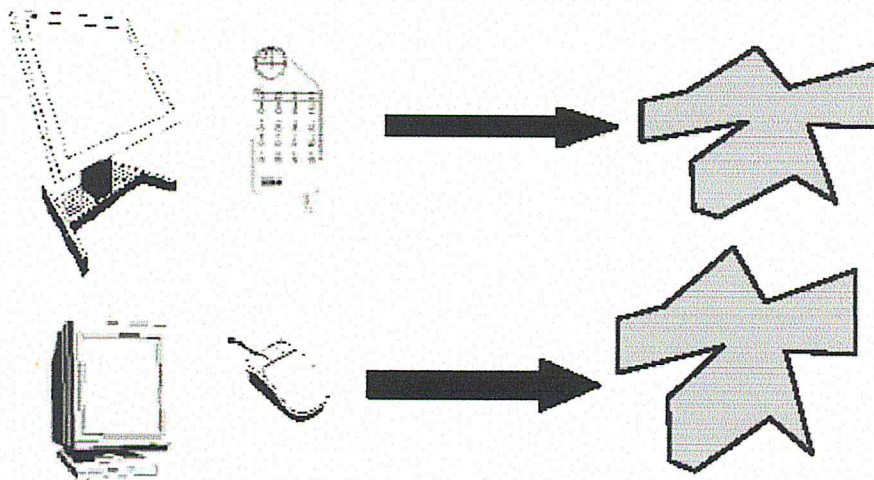


Figure IV.5 Acquisition des données vecteurs [Gil\_2000]

Dans le cadre de notre travail, l'acquisition des données se fait à partir des couches issues de la traduction du levé topographique ainsi que des autres documents en utilisant la souris. Pour réussir cette opération on doit suivre quelques règles :

- *préserver la connexité des polygones, en dessinant deux polygones ayant une arête connexe ;*
- *numériser des objets complexes, revient à les partitionner par des morceaux connexes que l'on fusionnera géométriquement dans un deuxième temps (amoindrir les erreurs du processus de numérisation) ; cette fusion se fera dans plusieurs couches (ex : points électriques, réseau d'assainissement et réseau d'approvisionnement en eau potable) .*

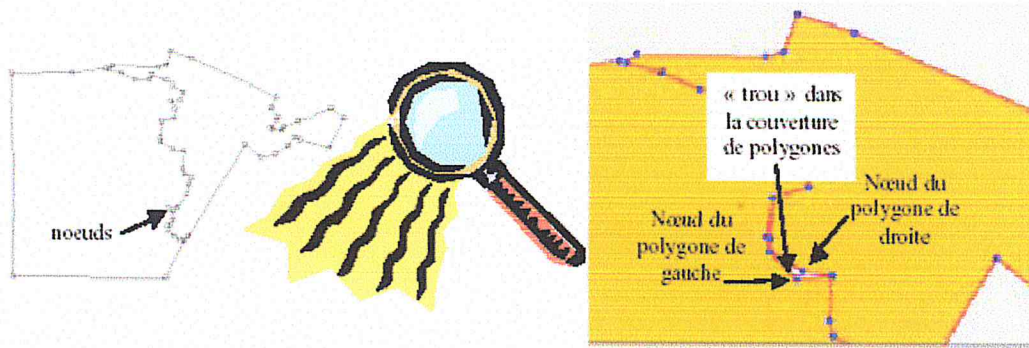


Figure IV.6 Exemple de trou entre deux polygones

### IV.7 Saisie des données attributaires

Après l'étape de création et de numérisation des couches arrive une autre étape assez importante dans toutes les bases de données et les SIG; celle d'insertion des données, la saisie peut être faite soit sous MapInfo (cf. figure IV.7) ou bien sous Access (cf. figure IV.8).

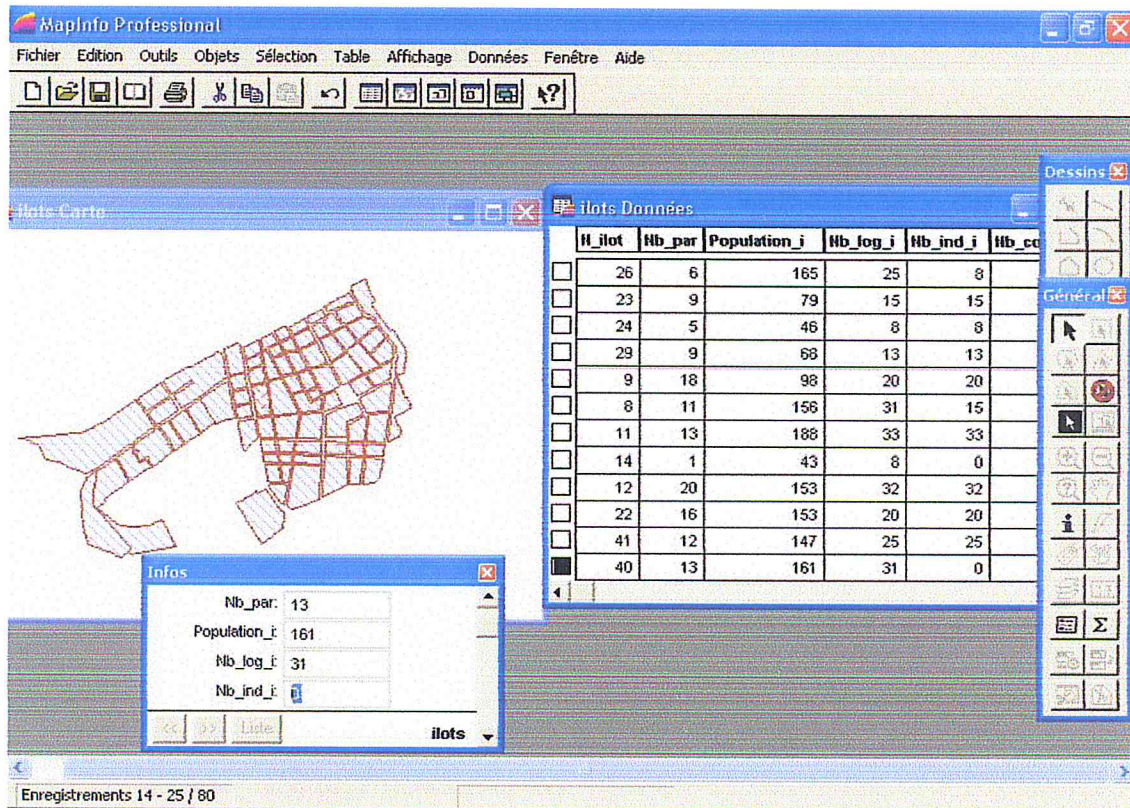


Figure IV.7 Exemple d'insertion de données en MapInfo

N_ilot	N_par_i	Population	Nb_ménage	Nb_logements	Typologie	Nb_commerce	Bi
1	1	4	1	1	1 individuelle	0	
1	2	4	1	1	1 individuelle	0	
1	3	6	2	2	1 individuelle	2	
1	4	6	1	1	1 équipement	0	
1	8	25	8	10	10 collective	0	
1	9	30	9	10	10 collective	2	
1	10	56	11	10	10 collective	3	
2	1	17	1	4	4 individuelle	0	
2	6	2	3	1	1 individuelle	0	
2	7	11	3	1	1 individuelle	1	
2	2	9	1	1	1 individuelle	0	
2	3	15	2	2	2 individuelle	1	
2	5	0	0	1	1 individuelle	2	
2	4	34	8	7	7 individuelle	1	
4	1	8	2	2	2 individuelle	0	
4	2	0	0	1	1 individuelle	0	
4	3	12	5	3	3 individuelle	0	
4	4	33	7	3	3 individuelle	2	
4	5	4	1	1	1 individuelle	0	
4	6	25	5	5	5 individuelle	1	
4	7	14	3	3	3 collective	0	
4	8	14	3	3	3 équipement	0	

Figure IV.8 Exemple de saisie des données en Access ( liste déroulante )

### IV.8 Intégration de l'image aérienne

L'image utilisée correspond à des photos aériennes séparés (cf. figure IV.9); chacune représentant une partie de la ville, avec une résolution moyenne de 3543\*2542 Pixels /Inch et une taille de moyenne de 6 MO.

Dans le cadre de notre travail, cette image n'est pas utilisée comme référence pour la construction de la base de données ; le levé topographique disponible s'avère plus explicite et plus exact. Toutefois, cette image sera utilisée pour compléter la vue dans le SIG et pour donner un sens réel à notre base de données.



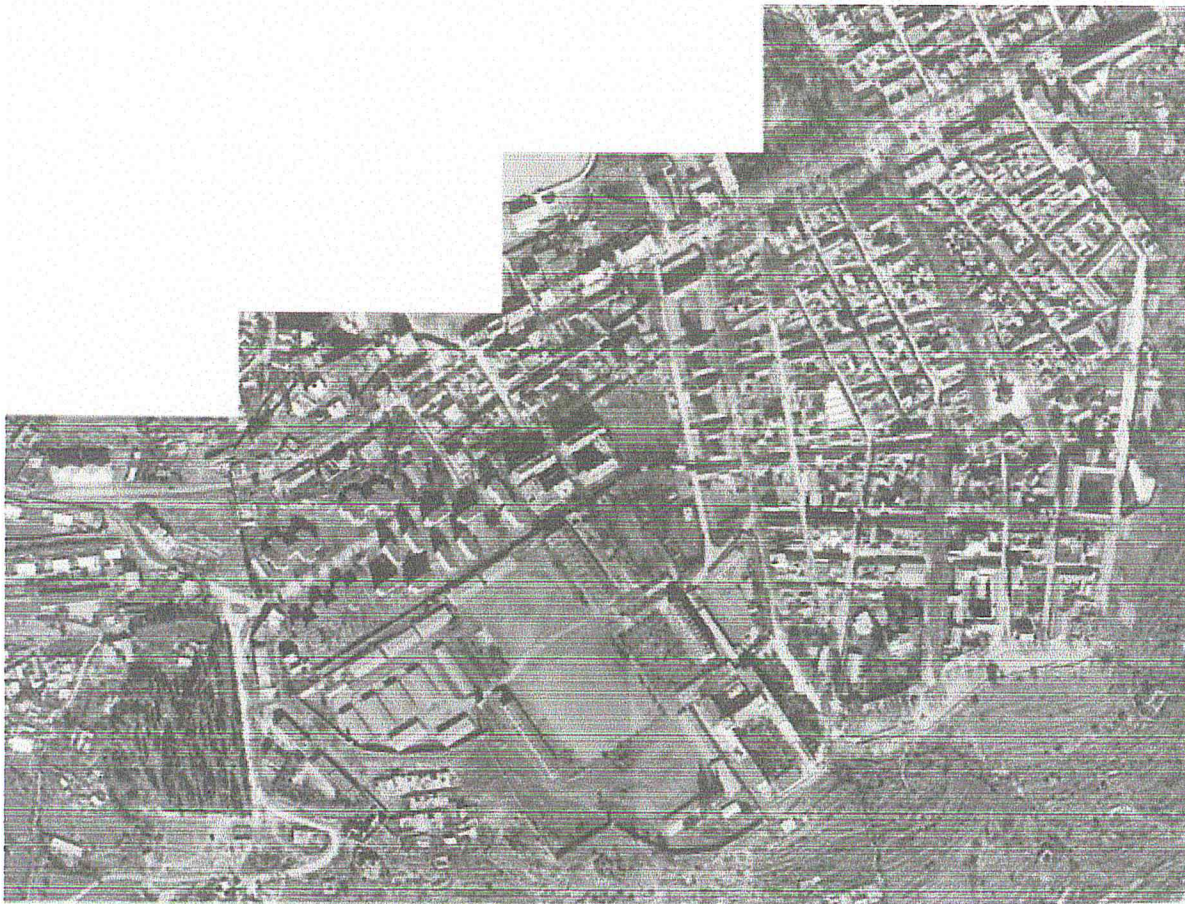
*Figure IV.9 Image aérienne du site d'étude*

#### **IV.8.1 Assemblage des images aériennes**

L'assemblage des différentes prises de vue aériennes a été fait sous le logiciel « PhotoImpact » qui est un éditeur d'images assez puissant; cette opération n'a pas été facile à cause des raisons suivantes :

- *la taille importante de chaque image ;*
- *la diminution de la résolution d'images conduit à la diminution de sa visibilité ;*
- *Les images ne sont pas alignées ; elles sont prises sous des angles différents ;*

Après l'assemblage on a abouti à l'image suivante :



*Figure IV.11 Image assemblée*

#### IV.8.2 Calage de l'image numérique

Après l'assemblage des photos aériennes on obtient une seule image sous format JPEG qu'on intègre dans le SIG comme une image raster. L'opération d'intégration s'appelle « *le calage* » qui consiste à saisir les coordonnées géographiques (exemple: degré de longitude / latitude) et à indiquer quel point de l'image correspond à ces coordonnées puis à la projeter dans le même système de référence que les couches vectorielle [Map\_2001].

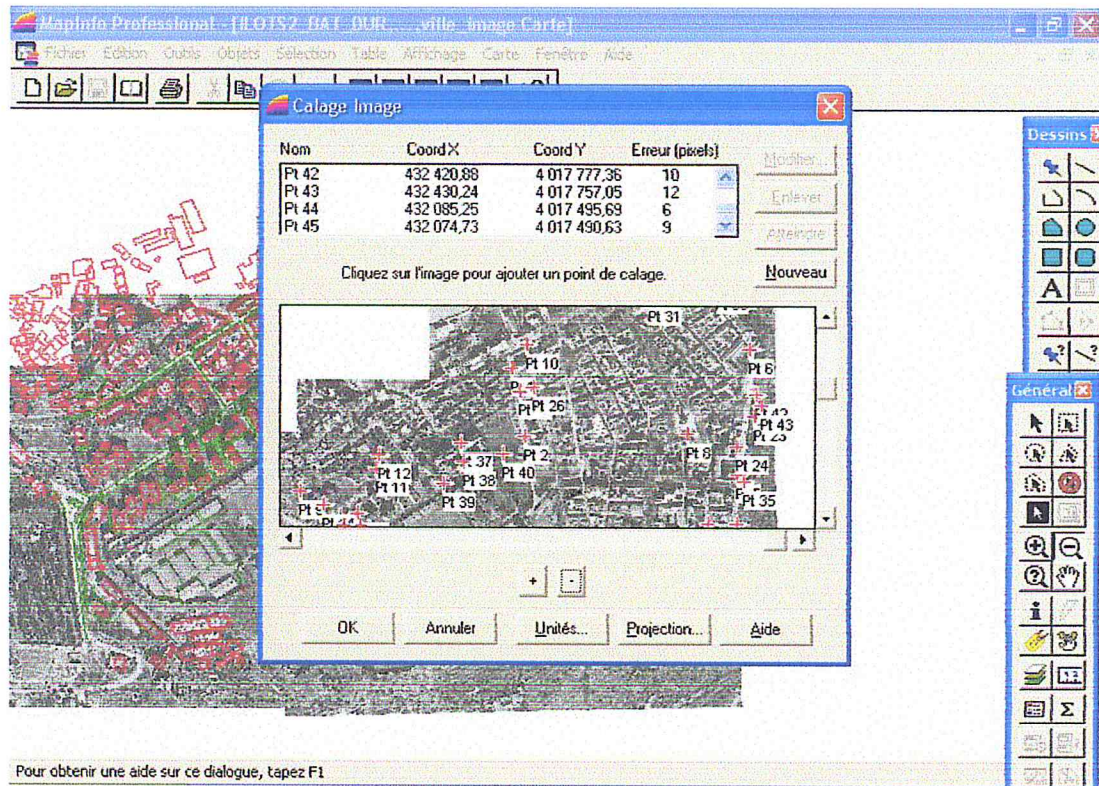


Figure IV.12 Opération de calage sur l'image aérienne

Après le calage on obtient une couche raster superposée aux autres couches vectorielles dont le résultat est le suivant :

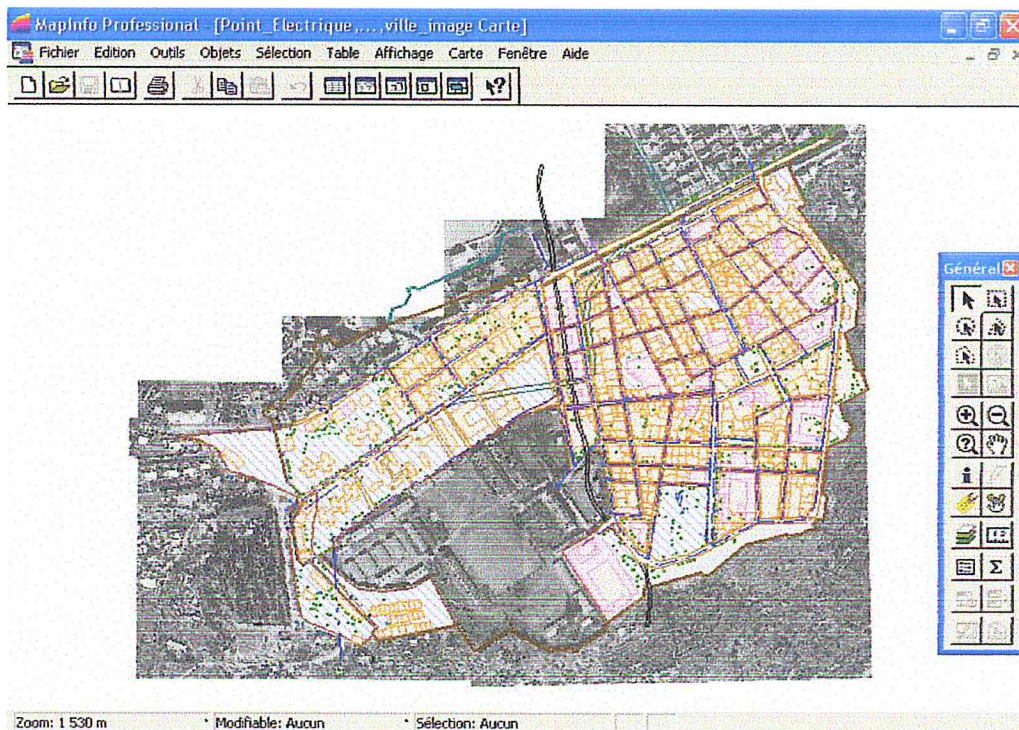


Figure IV.13 Base de données géographiques des différentes couches



### IV.9 Résultats

Après les étapes d'assemblage et de calage des images, d'intégration des différentes données numériques, nous aboutissons à la génération de la base de données géographiques. Cette dernière constituée de toutes ses couches vectorielles et raster superposées est intégrée dans un SIG. L'exploitation de cette base de données à travers le SIG permettra de faire toute sorte d'analyses et de requêtes, c'est l'objet du chapitre qui suit.

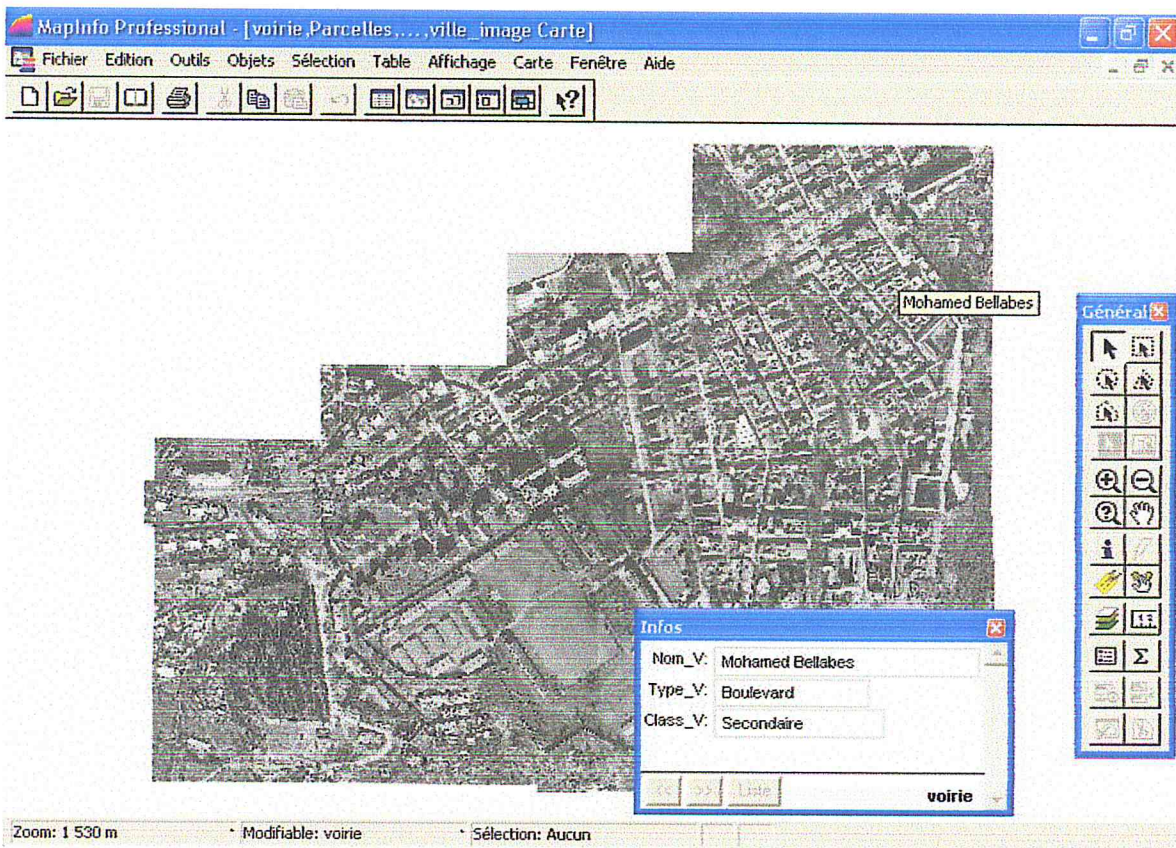


Figure IV.14 Exemple d'interrogation de la couche raster



*Chapitre V*

*Exploitation de SIG et résultats*

## V.1 Introduction

L'analyse des données a pour but de les interpréter pour élaborer de nouvelles informations sur la zone traitée. L'analyse des objets géométriques sert à mettre en évidence des propriétés liées à la géométrie des objets. On y retrouve les requêtes topologiques qui ont trait à la proximité, au rapport des objets avec leurs voisins : intersection, inclusion et "buffer" (opération qui consiste à évaluer la proximité entre plusieurs objets). Les SGBD géographiques permettent de rechercher dans une base de données des informations répondant à des critères spécifiques. L'analyse thématique aboutit souvent à de la cartographie thématique. Le logiciel MapInfo permet ainsi de présenter (sur écran ou sur papier), d'interroger et d'analyser ces données ; nous allons présenter dans ce chapitre quelques exemples d'exploitation de la base de données.

## V.2 La présentation des données

Pour de nombreuses opérations géographiques, la finalité consiste à bien visualiser des cartes et des graphes. Une carte vaut mieux qu'un long discours. La carte est en effet un formidable outil de synthèse et de présentation de l'information.

Les SIG offrent à la cartographie moderne de nouveaux modes d'expression. Les cartes créées avec un SIG peuvent désormais facilement intégrer des rapports, des vues 3D, des images photographiques, etc. ...

Les données géographiques sont structurées en couches (cartes + données ou données seulement); on peut les présenter indépendamment ou sous forme des documents ".wor" qui donnent des vues différentes ; chaque document est un regroupement de tables superposées correspondant à un thème précis.

- *Le Document (workshop)*

Dans MapInfo c'est le Document (**workshop**) qui va enregistrer les traitements effectués dans une session de travail, sous forme de fichier spécifique de macros. Les documents sont caractérisés par leur extension en ".wor " et plusieurs documents peuvent être enregistrés sur les mêmes tables si plusieurs traitements différents sont nécessaires.

On constate que dans le document les chemins d'ouverture de table sont "en dur". Donc le ".wor" n'est pas réellement portable d'une machine à l'autre. Il correspond à l'enregistrement d'une session de travail sur un ordinateur. Porter un «.wor » sur un autre ordinateur à toutes les (mal)chances de ne pas fonctionner .

Le portage de document d'un poste à l'autre est souvent une source de problème. Des outils existent sur le réseau pour faciliter cette opération. Par exemple l'utilitaire CopyPlus, conçu par Spatial Plus. Une fois installé, Copyplus est un programme qui s'exécute depuis le système d'exploitation.

Ce programme permet de sélectionner un ou plusieurs documents et de recopier ce document avec toutes les tables associées dans un nouveau répertoire [Bar\_2002].

Le répertoire CopyPlus créé est donc maintenant parfaitement portable sur une autre machine. Cette solution passe par la duplication des données.

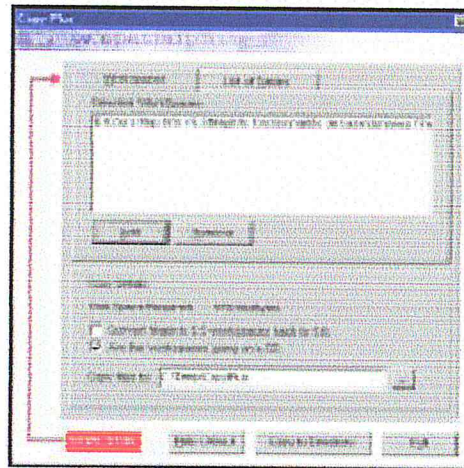


Figure V.1 Interface de l'utilitaire CopyPlus

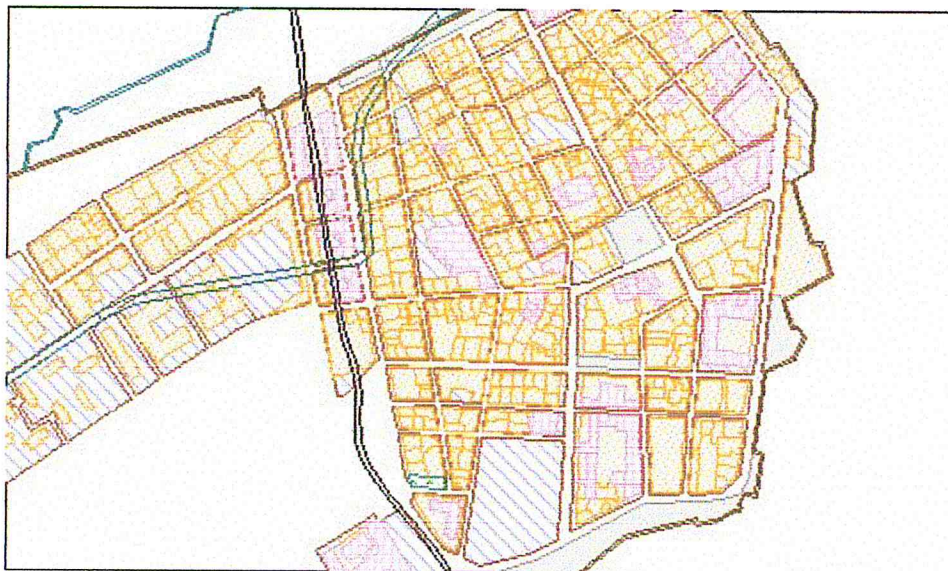
Pour la réalisation de notre application, on a défini quatre documents essentiels correspondant à :

- **Présentation de la ville** : Ce document contient les tables suivantes : Ville\_image, commune, îlots, espace\_libre, parcelles, voirie, arbres, ligne\_arbre, point\_électrique, point\_coté, observation\_équipement, observation\_divers et muraille historique.



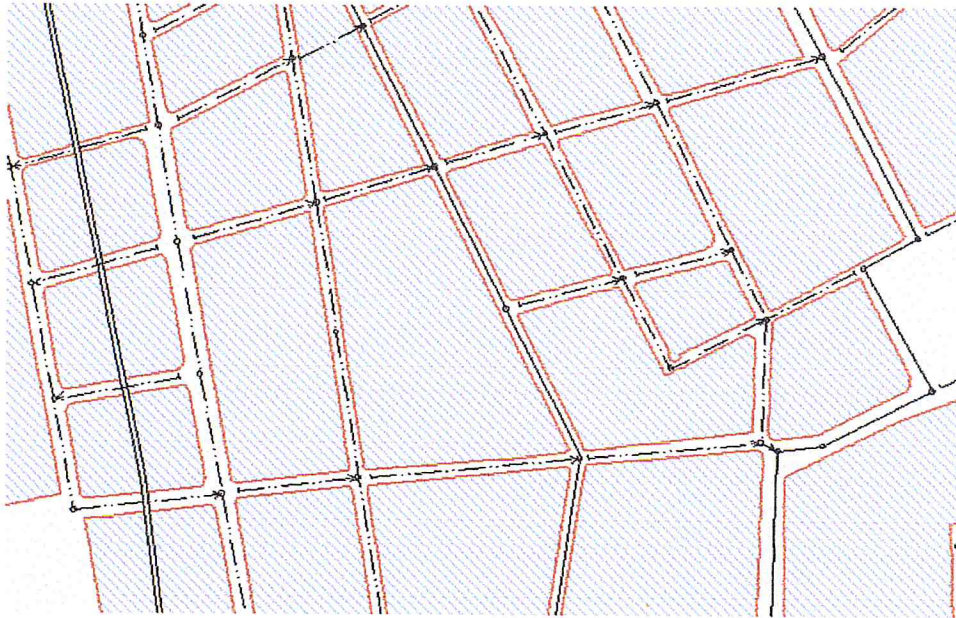
*Figure V.2 La carte de présentation de la ville*

- **Permanences** : présente les éléments historiques de la ville ; ils correspondent aux éléments existants et altérés. Ce document contient les tables : îlots, espace libre, parcelles, permanences\_bati , permanences\_ligne .



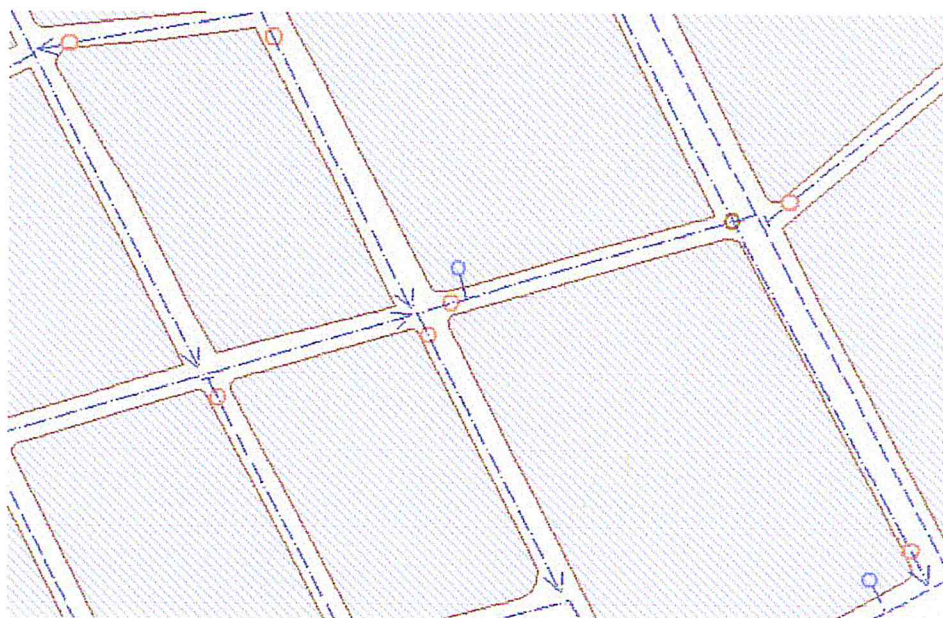
*Figure V.3 La carte des permanences*

- **Réseau d'assainissement** : contient les éléments du réseau d'assainissement : la table des regards, canalisation\_assainissement (avec les sens d'écoulement) avec les îlots.



*Figure V.4 Une partie du réseau d'assainissement*

- **Réseau AEP** : c'est le réseau d'approvisionnement en eau potable; ce document contient les tables suivantes : îlots, bouche d'incendie, vannes et conduite d'eau (y compris le sens d'écoulement de chaque conduite d'eau).



*Figure V.5 Une partie de réseau d' AEP*

Ces documents contiennent toutes les tables de la base de données géographiques organisées en thèmes, le logiciel nous permet aussi de présenter dans une même fenêtre une ou plusieurs tables (cartes et données associés ou chacune séparément).

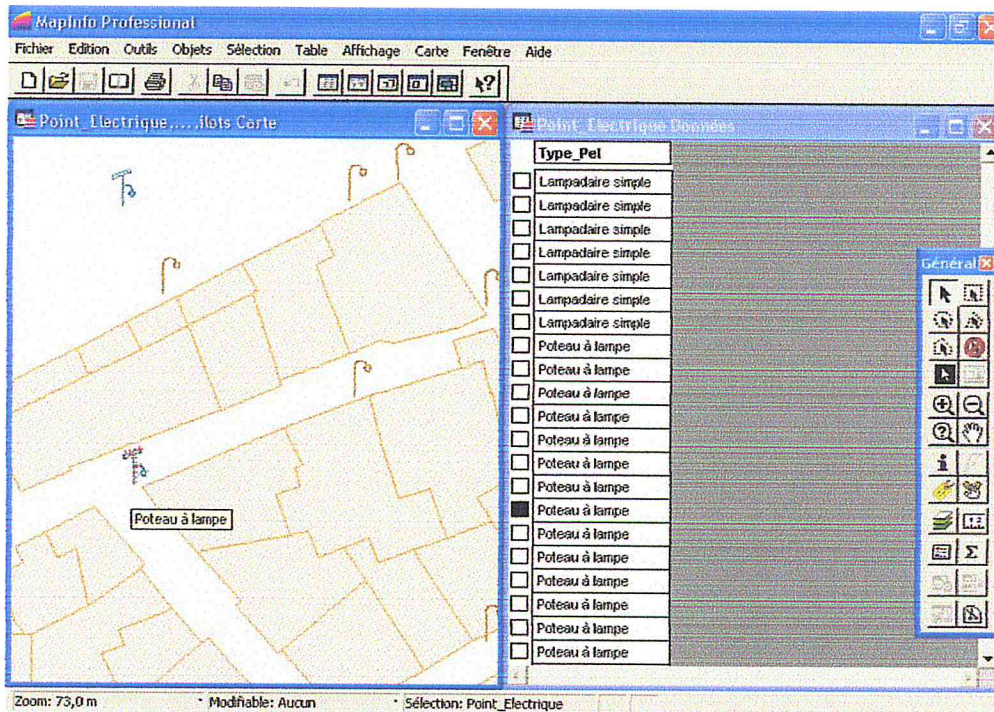


Figure V.6 Exemple de présentation des données dans le SIG

### V.3 La production des cartes par le SIG

Les cartes ont une place toute particulière au sein d'un SIG. Le processus de fabrication d'une carte avec un Système d'Information Géographique est beaucoup plus souple qu'une production manuelle ou automatisée. Les cartes issues du SIG sont réalisées en fonction d'une localisation choisie, d'une échelle définie tout en faisant apparaître les informations souhaitées.

C'est à partir de données d'origines diverses, traitant de thématiques différentes qu'il sera possible grâce à un SIG de produire une information nouvelle et pertinente apportant un nouvel éclairage sur le sujet traité.

Les SIG nous offrent tous les outils modernes pour créer des cartes, y intégrer des informations, visualiser les scénarios, résoudre des problèmes complexes, présenter efficacement nos idées et mettre en place des solutions efficaces comme jamais auparavant.

## V.4 L'analyse des données avec le SIG

L'analyse des données a pour but de les interpréter pour élaborer de nouvelles informations sur la zone traitée. Elle met en oeuvre des méthodes quantitatives, souvent statistiques, d'interprétation des données.

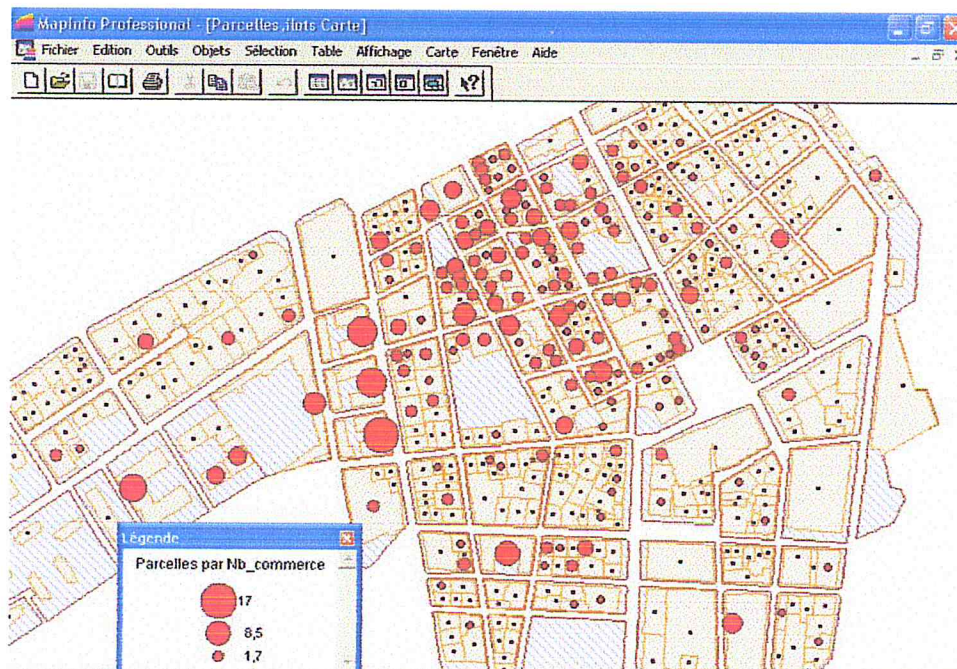
### V.4.1 L'analyse thématique

L'analyse thématique permet de construire des cartographies thématiques. Celles-ci sont des cartes géographiques illustrant, par l'utilisation de divers paramètres graphiques (couleur, symbolique, taille, etc.), le comportement d'un phénomène en relation avec sa localisation spatiale. Les valeurs représentées peuvent résulter de requêtes spatiales ou non.

Les grands types de cartographie thématique sont :

- *la cartographie par symboles proportionnels,*
- *par valeurs individuelles*
- *par plages de valeurs...*

Avec MapInfo, on peut faire toute sorte d'analyse thématique : analyse par coloration continue, par secteurs de données, par symboles, secteurs ou densité de points, on va présenter un exemple d'analyse thématique sur les données de notre base de données géographiques [Map\_2002] [Gil\_2000] [Bar\_2002].

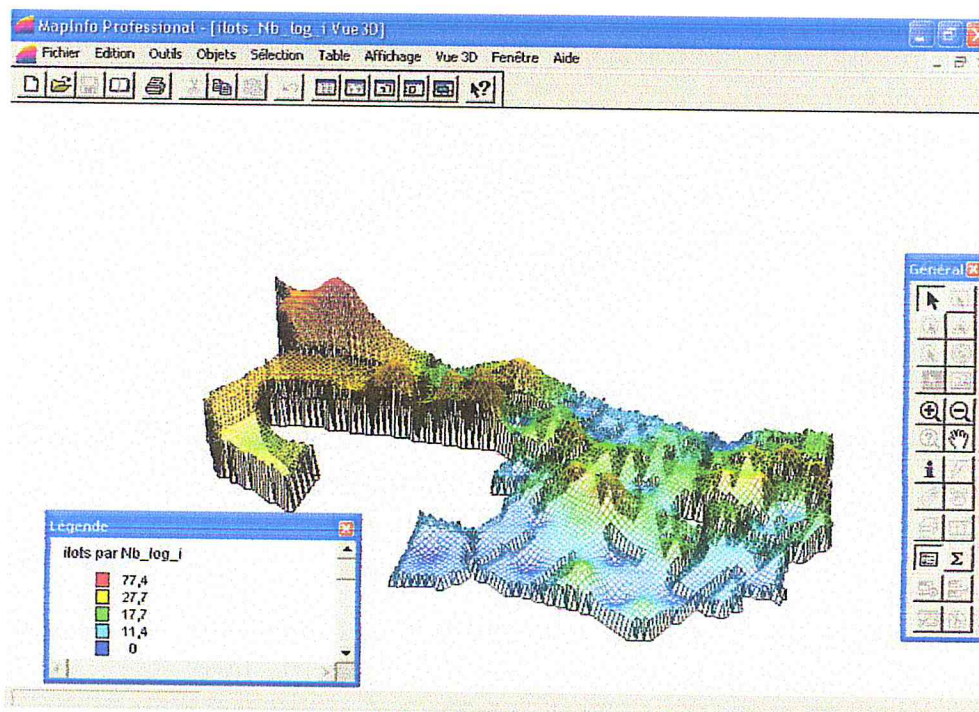


*Figure V.7 Analyse thématique par symboles représentant la répartition des commerces dans la ville*



### V.4.2 Les cartes 3D

Comme leur nom l'indique, ce sont des cartes où un attribut ou phénomène est représenté par une grille qui donne sa distribution sur la zone d'étude.



*Figure V.8 Exemple d'analyse en trois dimensions sur la répartition des logements dans la ville*

### V.4.3 Les cartes prismatiques

Dans ces cartes les objets sont extraits en altitude de leur base géométrique en fonction d'une valeur numérique présente dans la base de données [Map\_2002].

### V.4.5 L'analyse statistique d'une variable

C'est une fonctionnalité assez simple sous MapInfo; on obtient le résultat sous une forme d'affichage qui indique les statistiques suivantes :

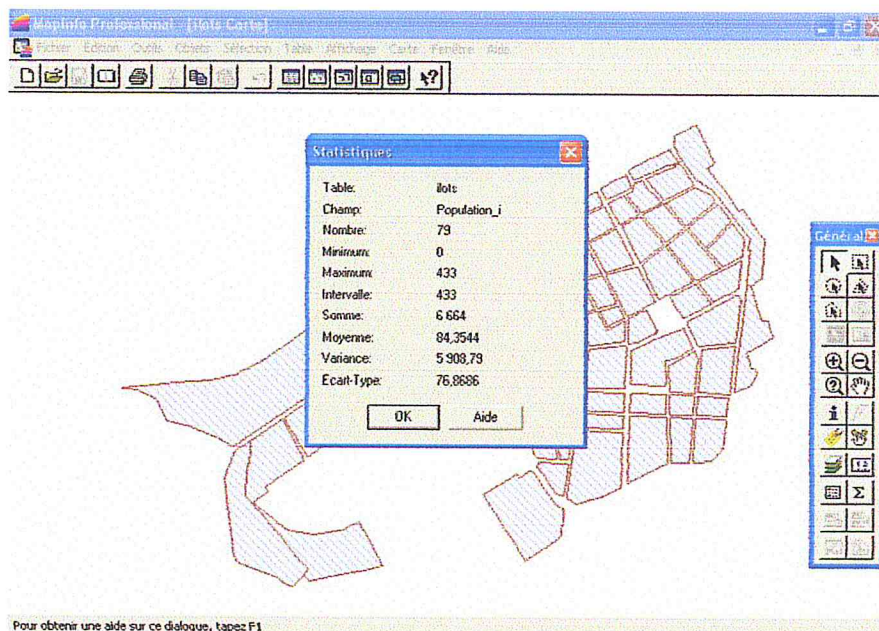


Figure V.11 Exemple de statistique sur la population dans la ville

On peut faire des statistiques sur un champ de la table ou une zone sélectionnée comme il est montré si dessus; on peut aussi obtenir des informations sur la somme et la moyenne des attributs des objets sélectionnés :

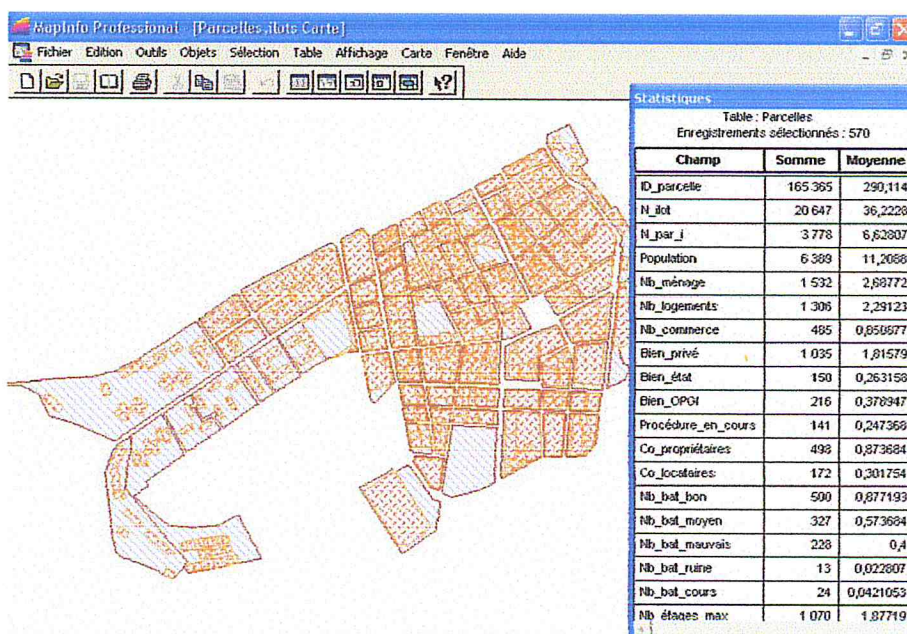


Figure V.12 Exemple de statistique sur la table des parcelles

### V.4.6 Les cartes graphiques

Ce sont des cartes qui ne comportent aucun objet géographique, on les utilise pour visualiser les données sous forme de courbes, nuage de points, Vue 3D, barres, histogrammes, secteurs....[Map\_2002], [Bar\_2002].

## V.5 Les Requêtes SQL

Une requête est une opération d'interrogation réalisée sur une partie d'une base de données. MapInfo simplifie le recours aux requêtes SQL (Structured Query Language) en proposant des interfaces graphiques assez commodes pour interroger la base de données géographiques. Une requête SQL produit une table qui va contenir la ou les réponses à la question posée. Il est donc possible de chaîner les requêtes SQL entre elles.

Les questions posées aux bases de données SIG peuvent porter aussi bien sur le niveau attributaire que géographique des objets.

### V.5.1 Le SQL

Pour établir un lien entre l'utilisateur et le S.G.B.D, il faut disposer d'un langage commun. Un des plus répandus est le SQL (*Structured Query Language*), c'est-à-dire "langage structuré de requêtes". Il fut développé pour interroger et gérer les bases de données relationnelles par E.F. Codd dans les années 70.

C'est un langage non-procédural qui contient environ deux douzaines d'instructions. Il permet de créer, modifier, sélectionner des données. Il assure d'une certaine façon l'indépendance programmes - données puisque la manière dont les données sont recherchées est en partie transparente à l'utilisateur. On ne précise pas:

- l'endroit où se trouvent les données
- les opérations à effectuer
- les index à utiliser

Le SQL peut se diviser en trois parties:

- 1) **DDL** (data définition langage): sert à définir la structure: créer, modifier, effacer... On retrouve dans le DDL les commandes principales suivantes:
  - CREATE TABLE : Création d'une table.
  - CREATE INDEX : Création d'un index.
  - ALTER TABLE : Modification de la structure .
  - DROP TABLE : Effacement d'une table.
  - CREATE VIEW : Créer une vue.

2) **DML** (data manipulation language): sert à manipuler les données: choisir, ajouter, effacer des tuples. On retrouve dans le DML les commandes principales suivantes:

- INSERT : Insérer un tuple.
- UPDATE : Modifier un tuple.
- DELETE: Effacer un tuple.
- SELECT: Choisir un ensemble de tuples.

Il existe de plus des fonctions:

- de tri (ORDER BY) et de regroupement (GROUP BY) .
- arithmétiques, mathématiques et statistiques (moyenne, maximum, minimum, etc.)
- logiques (UNION, INTERSECTION, etc.)
- etc.

3) **DCL** (data control language): sert à contrôler l'accès à l'information.

Les données sont définies selon des types (entier, caractères, date, etc.). On peut aussi inclure dans la définition des attributs des mots de contrôle pour forcer la saisie.

La commande qui donne son nom au SQL est SELECT, qui permet d'effectuer des requêtes de façon souple et puissante.

*Exemples:*

- Sélection de tous les attributs:  
`SELECT * FROM segment_rue;`
- Sélection de certains attributs:  
`SELECT longueur, nombre_voies FROM segment_rue;`
- Sélection de certains attributs et tuples:  
`SELECT longueur, nombre_voies FROM segment_rue WHERE  
longueur < 50 AND nombre_voies = 1;`

On peut également se servir de mots de contrôle tels: ANY, ALL, SOME, etc.. La fonction SELECT peut également s'appliquer à plusieurs tables à la fois et être imbriquée.

Le SQL ainsi que certains autres langages connaissent certains problèmes. Un des plus importants se rapporte au fait que ces langages furent développés pour un modèle de données en particulier (relationnel pour le SQL) et ne peuvent donc être appliqués que sur des bases de données qui respectent ce modèle. De plus, ces langages furent construits de façon à pouvoir être utilisés de façon interactive ou par traitement en lot (batch). Ce dernier mode a imposé des contraintes lors de la conception dont découle un certain caractère non convivial. Finalement, ces langages ne furent pas développés pour le traitement de l'information spatiale ce qui rend

parfois très difficile l'extraction de l'information reliée à l'arrangement spatial des objets.

### V.5.2 Requêtes sur une table unique

#### a. *Requête sur un attribut*

La question porte sur l'existence d'un enregistrement (ou plus) dans la base de données qui contient un attribut particulier.

#### b. *Requêtes par exclusion*

Une sélection d'exclusion n'est pas possible avec le langage SQL traditionnel. L'inversion d'une sélection est accessible par un simple clic souris.

### V.5.3 Requêtes sur plusieurs tables

Avec MapInfo, on a la possibilité de faire des requêtes sur plusieurs tables de la base de données géographiques, pour les faire, on doit suivre le modèle suivant :

```
SELECT colonne1, colonne2 FROM table1, table2 WHERE critère GROUPBY  
colonne x INTO tableSortie.
```

Les mots en capitale et en gras sont les mots réservés du SQL, donc standard à toute requête. Les mots en italique représentent les parties variables des requêtes, celles que nous remplissons dans les zones de saisie de la fenêtre SQL.

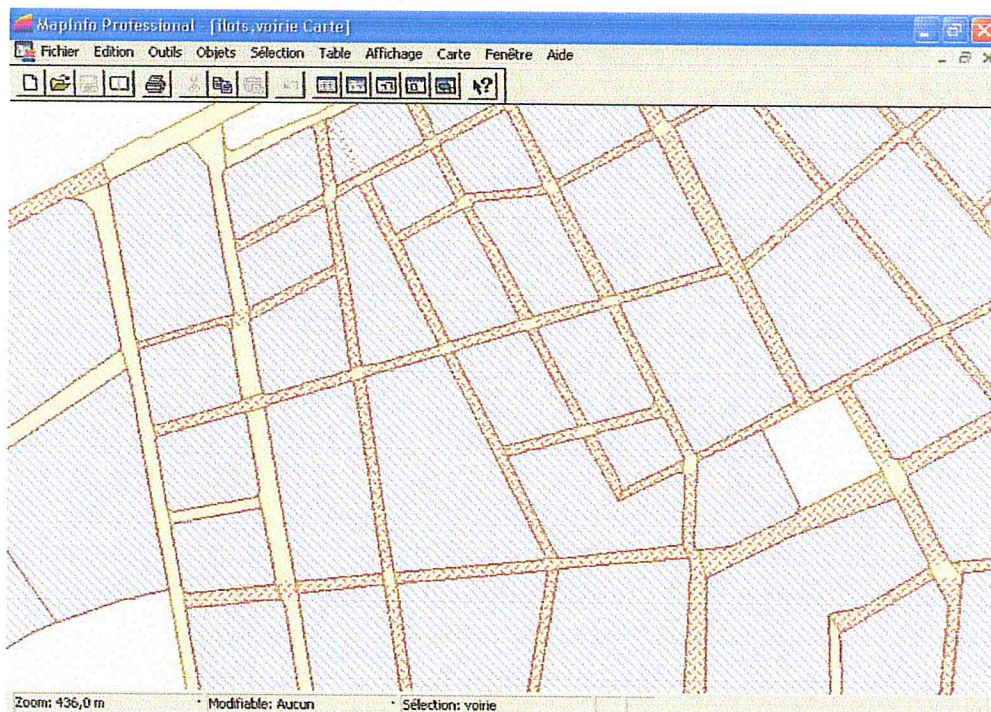


Figure V.13 Exemple de sélection montrant les voiries de type "rue"

## V.6 L'analyse spatiale

Il s'agit d'une analyse tirant parti de la répartition spatiale (dans l'espace) d'objets géographiques. Un SIG doit comprendre des fonctions d'analyse spatiale et un modèle de données permettant l'utilisation de ces fonctions pour justifier son nom. Des opérateurs géométriques d'analyse (inclusion, intersection, voisinage, distance, sélection d'une zone tampon géométrique, etc.) permettent d'effectuer des requêtes spatiales. Les résultats de fonctions d'analyse spatiale ne sont pas nécessairement des objets graphiques ou cartographiques.

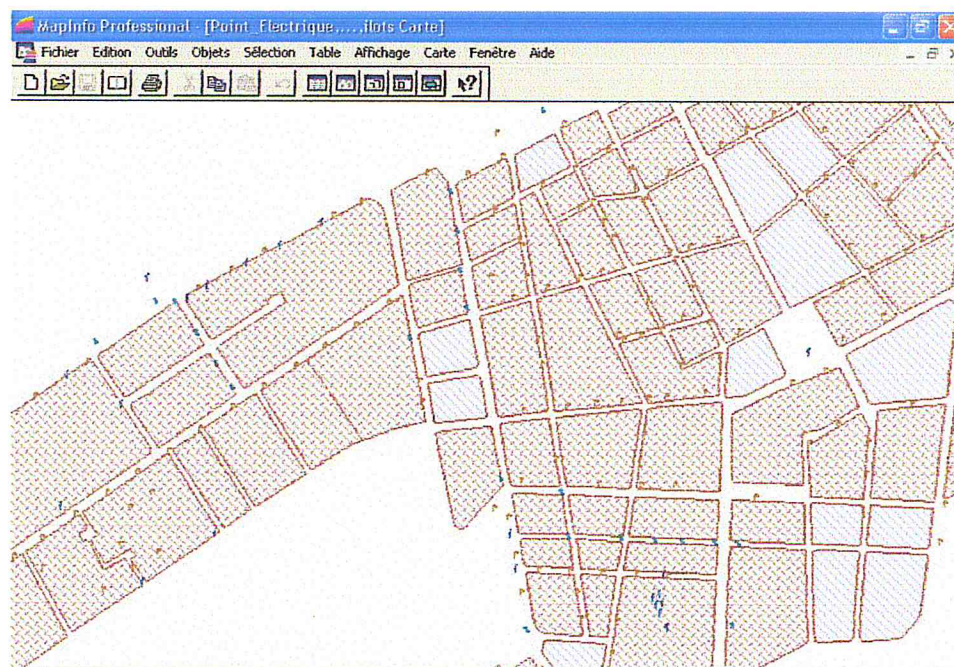
Cependant la plupart des requêtes SQL dans un SIG utilisent des opérateurs spatiaux dans des requêtes avec un SIG (sinon un simple SGBDR aurait pu suffire).

### V.6.1 Utilisation des opérateurs spatiaux

MapInfo propose plusieurs opérateurs géographiques pour sélectionner des objets sur la base de leur relation spatiale à un autre objet. Il existe un mot-clé spécial qui s'utilise avec la géométrie des objets. Le type «obj» est utilisé pour stocker n'importe quel type d'information géométrique. Ce type n'apparaît pas quand on visualise la structure d'une table mais ce champ « .obj » apparaît dans les menus déroulants des interfaces « Sélection » et « Sélection SQL » [Map\_2002], [Bar\_2002].

Ce champ est utilisé pour désigner une géométrie quelconque, de type point, polygone ou polygone. Il est utilisé avec des opérateurs spatiaux qui sont :

- **Contains** : L'objet A contient l'objet B si le centroïde de B se trouve dans le polygone de A.
- **Contains entire** : L'objet A contient entièrement l'objet B si le polygone de B est entièrement inclus dans le polygone de A.
- **Within** : L'objet A est dans l'objet B si son centroïde est dans le polygone de B.
- **Entirely within** : L'objet A est entièrement dans l'objet B si le polygone de A est entièrement dans le polygone de B.
- **Intersects** : L'objet A rencontre l'objet B si ils ont au moins un point en commun.



*Figure V.14 Sélection des îlots contenant des points électriques en utilisant le champs ".obj"*

## V.6.2 Le géocodage

L'information géographique est reliée à l'espace de deux façons :

1. **Données géoréférencées** : les informations sont localisées par des coordonnées graphiques dans un système géographique spécifique (par exemple longitude / latitude) ou planimétrique (par exemple XY).
2. **Données géocodées**: les informations sont localisées par un code géographique (par exemple l'adresse, le code administratif, le nom géographique).

Cette opération consiste à créer de la géométrie de type ponctuel à des informations sémantiques. Pour réaliser le géocodage au polygone, deux tables sont nécessaires.

La table à géocoder sans géométrie et une table de référence qui va contenir une description géométrique des polygones dont le centroïde sera affecté comme localisant aux informations à géocoder [Bar\_2002][Map\_2002].

Ces deux tables doivent en plus avoir une information commune, c'est à dire une colonne commune qui va servir de lien.



Figure V.15 Exemple de géocodage de la table des équipements avec utilisation des étiquettes

### V.6.3 La recherche dans un SIG

On peut faire des recherches, sur une table, basées sur un critère donné d'un champs choisie; par exemple, l'utilisateur par une simple recherche peut visualiser sur carte où se trouve une école, un musée , un hôpital...

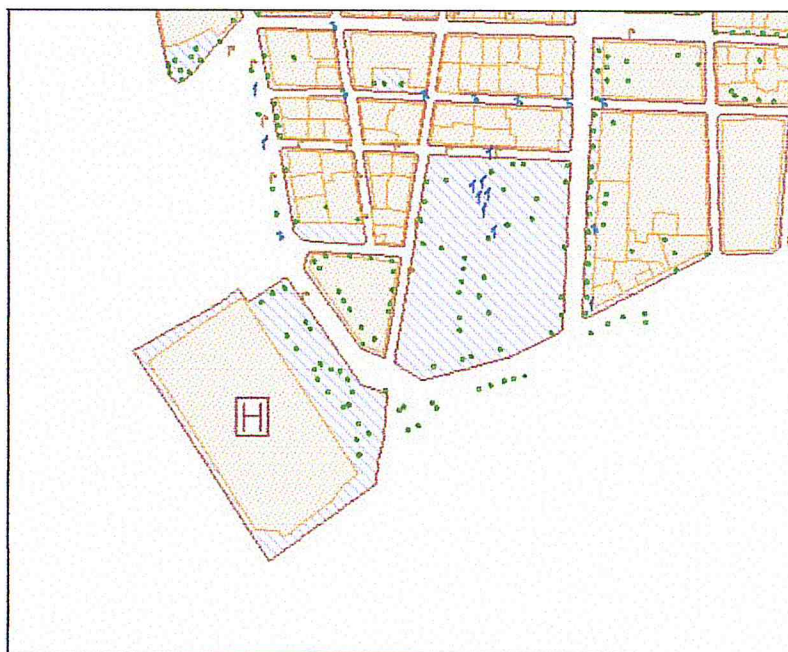


Figure V.16 Exemple de résultat d'une recherche d'un hôpital dans la ville

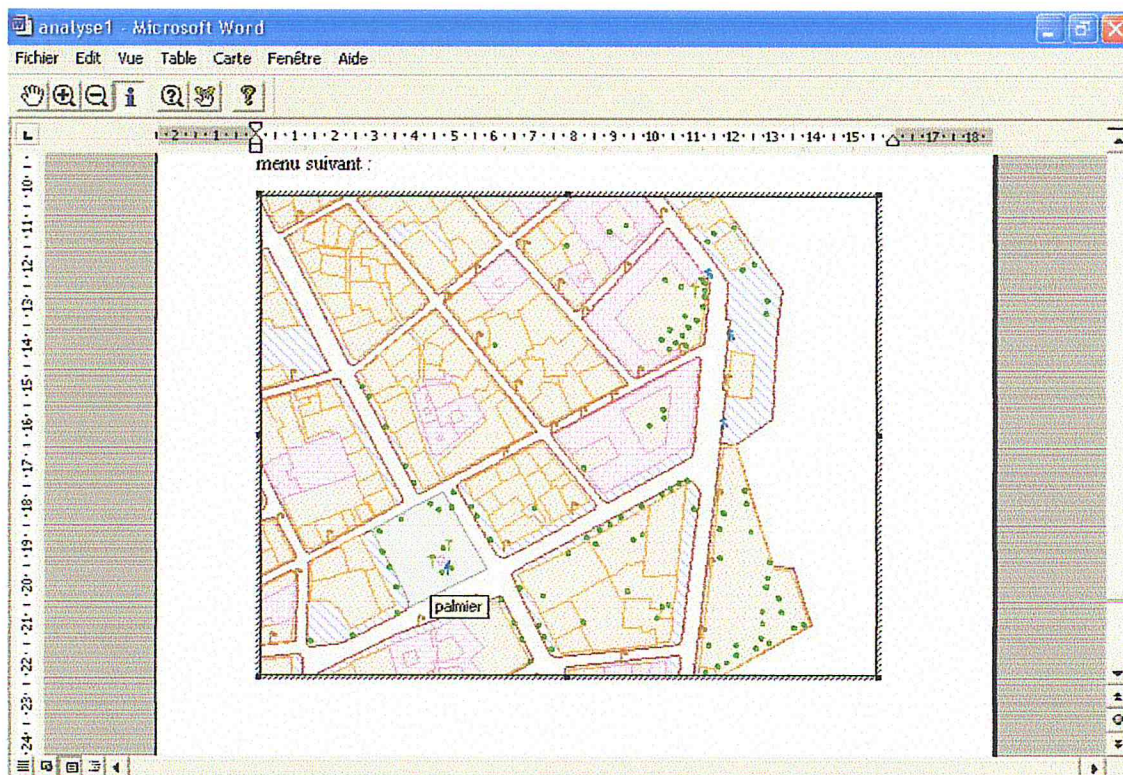


### V.6.4 Utilisation des tampons

Un tampon (ou buffer) est une zone qui est construite par le SIG autour de la géométrie d'un objet; quel que soit son type (point, polyligne, polygone), à partir d'une indication de distance à l'objet. Ainsi un tampon autour d'un point sera l'ensemble des points situés à « une certaine distance » de ce point. Cela constituera un cercle [Bar\_2002].

### V.7 Utilisation du SIG dans un rapport

Un SIG sous MapInfo peut être intégré facilement dans un document Word pour pouvoir illustrer un rapport avec des cartes. Mais il faut qu'on dispose du noyau MapInfo sur le poste où on rédige le rapport, ensuite insérer un objet MapInfo en conservant un lien dynamique entre le fichier Word et les tables Mapinfo utilisées en illustration. Dès lors la barre de menu de Word se modifie (cf. figure V.17) ; on pourra alors réaliser les opérations élémentaires de manipulation de tables.



*Figure V.17 Exemple d'exploitation de la base de données à partir d'un document Word*

### V.8 La mise en page

C'est la dernière étape dans le processus d'interrogation ou d'exploitation d'un SIG, on peut faire la mise en page de n'importe quelle carte; on peut même créer des légendes soit sur le type d'objets (polygone , polyligne ou point) ou bien sur un champs particulier.

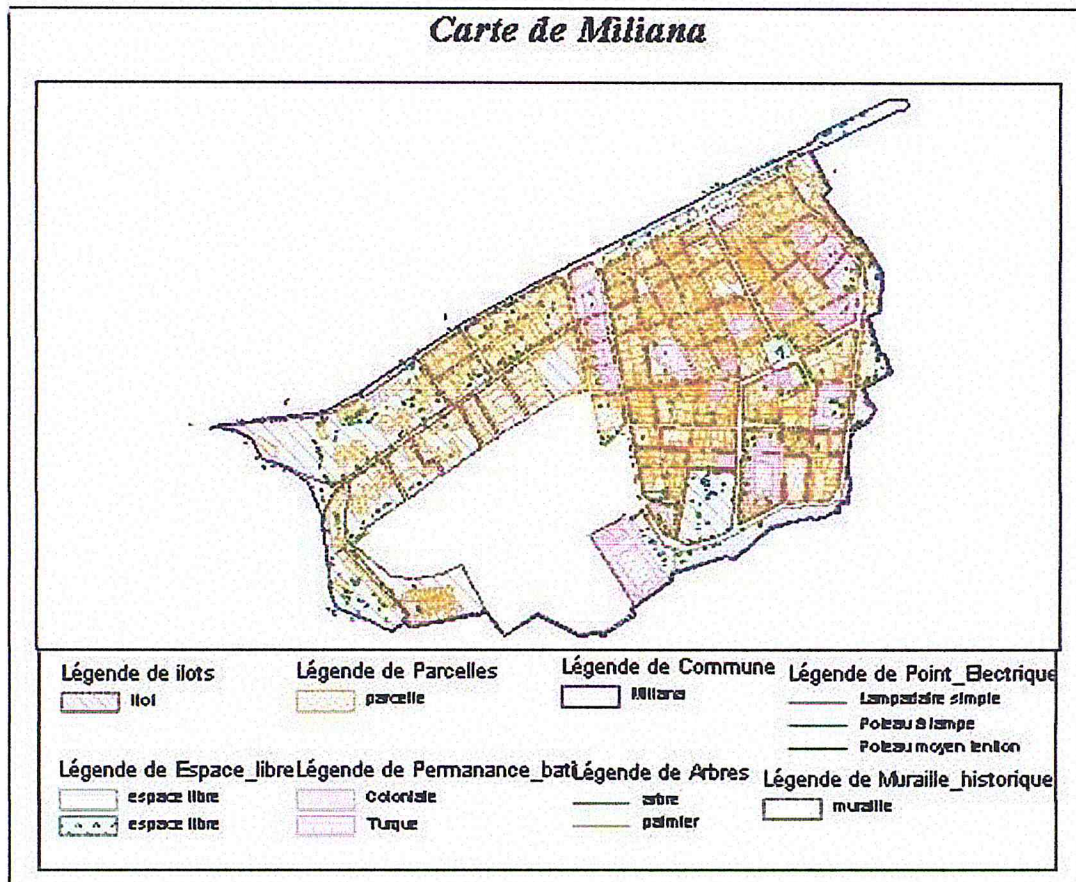


Figure V.18 Carte de Miliana

### V.9 Conclusion

Les sources d'informations (comme celles décrites précédemment) peuvent être d'origines très diverses. Il est donc nécessaire de les harmoniser afin de pouvoir les exploiter conjointement (c'est le cas des échelles, du niveau de détail, des conventions de représentation, ...). Les SIG intègrent de nombreux outils permettant de manipuler toutes les données pour les rendre cohérentes et ne garder que celles qui sont essentielles au projet.

Pour de nombreuses opérations géographiques, la finalité consiste à bien visualiser

des cartes et des graphes (" une carte vaut mieux qu'un long discours... "). La carte est en effet un formidable outil de synthèse et de présentation de l'information.

Les SIG sont à la cartographie moderne de nouveaux modes d'expression permettant d'accroître de façon significative son rôle pédagogique. Les cartes créées avec un SIG peuvent facilement intégrer des rapports, des vues 3D, des images photographiques et toutes sortes d'éléments multimédia.



*Conclusion et perspectives*

## *Conclusion*

Les SIG sont aujourd'hui utilisés dans plusieurs domaines et par des individus et des organisations de toute taille, des administrations, des écoles, des gouvernements et des entreprises pour chercher de nouvelles voies dans la résolution de leurs problèmes.

Créer un projet SIG est un investissement important, tant en matériel qu'en personnel. Il faut donc exprimer clairement les besoins et les objectifs. En général, les besoins et les objectifs correspondent aux solutions apportées par le SIG sous forme de : cartes, statistiques, analyses thématiques ou spatiales ... Pour justifier l'investissement fourni, le SIG doit être vivant. Il doit être fonctionnel, permettre des analyses et évoluer dans le temps, par la gestion de la mise à jour et de la qualité.

Ce vieux proverbe " une meilleure information implique une meilleure décision " est vraie pour un SIG autant que pour tout autre système d'information. Un SIG n'est pas un système automatique de décision mais plutôt une série d'outils pour interroger, analyser et cartographier des données tout au long d'un processus de décision.

Les SIG sont aussi utilisés en tant qu'outil dans de nombreuses tâches telles que la présentation d'études sur le terrain, la résolution de problèmes territoriaux et tous les sujets concernant l'intégration dans un site.

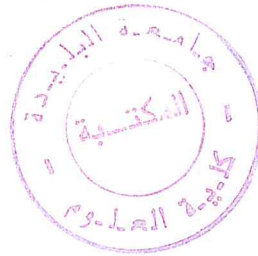
Les SIG peuvent aider à choisir la meilleure solution permettant de réduire l'impact d'une construction dans un site, à choisir les zones les moins exposées aux risques naturels et le plus en adéquation avec les réalités économiques, mais leur réalisation est très coûteuse en argent et en temps, vu les données utilisés et les différentes façons de les obtenir (enquêtes sur terrain , statistiques, données numériques ...) ainsi la digitalisation de ses données est une opération longue et fastidieuse.

Dans le cadre de notre projet, le SIG a été réalisé à partir des cartes numériques et des images aériennes dont l'intégration offre une vue presque réelle de la zone d'étude, cependant l'intégration d'une nouvelle image aérienne nécessite un assemblage : pour réussir cette opération on doit utiliser des images prises sous des conditions particulières (elles doivent être toutes prises en même temps, pour avoir un même degré d'éclairage et sous un angle de 90°) pour éviter les distorsions d'image.

## Conclusion générale

La réalisation de notre SIG nous a permis d'engendrer une base de données géographiques dont des améliorations sont envisageables.

En effet, il est préférable de numériser les couches des données à partir du levé topographique et non d'une image scannée ou aérienne surtout quand on ne dispose pas de coordonnées pour le calage de ces images, en s'occupant particulièrement de la sécurité des données du SIG, notamment si on veut l'intégrer dans un réseau, sans oublier de faire des mises à jours des données sinon elles seront dépassées et inutiles.



- [Ash\_2002] Ashinsa Boprachcki : *Structuration des connaissances par la méthode HBDS*, Août 2002  
[http://membres.Lycos.fr/coursdecratation/HBDS\\_BASE/PDF](http://membres.Lycos.fr/coursdecratation/HBDS_BASE/PDF)
- [Bar\_2002] Pascal Barbier : *MapInfo V 6.5*, Ecole Nationale des Sciences géographiques (ENSG): 2002
- [Fou\_2003] Fourar et Bestandji : *Conception et réalisation d'un SIG pour la gestion de l'eau souterraine et sa prévention contre les risques de pollution*, mémoire de fin d'étude d'ingénieur, département d'informatique, Blida, 2003
- [Gil\_2000] J.M.Gilliot : *Introduction aux SIG, système d'information géographique*, Institut National Agronomique, Paris\_Grignon, 2000
- [Hab\_2000] Elisabeth PERT: *Qu'est ce qu'un Système d'information géographique*, Institut de recherche pour le développement, 2000
- [Lou\_1996] Laurent Henocque : *Introduction à la méthode OMT. Université de la méditerranée*, Marseille, 1996  
<http://www.esil.univ-mrs.fr/Staff/Proff/Prof/henocque>
- [Mai\_2002] D. Maireche: *La gestion d'une commune à l'aide d'un Système d'information géographique*. 1<sup>ères</sup> Journées d'étude pour l'entreprise JIE'01, Université de Blida, 2002
- [Map\_2001] *MapInfo Professionel Manuel de référence 6.5*, Août 2001
- [Mar\_2002] Patrick Marmonier : *L'information géographique*, ENSG / CERSIG, 2002
- [Mat\_2003] H.Mathian: *Analyse spatiales et méthodes en analyse spatiale*, Ecole thématique SIRS et archéologie, 2003
- [Max\_2000] M.Maxime, Kaya djanian: *Système d'information géographique*, CESD.Luxemborg, 2000
- [Mil\_2003] Miliana phase 1 : rapport interne, centre d'étude URBAB, Blida, 2003
- [Rum\_1997] James Rumbaugh et al : *Modélisation et conception orientée objet*, Edition Masson, 1997
- [Sch\_1996] Michel Scholl, Agnès Voisard, Laurent Raynal, Philippe Rigaux et Jean-Paul Pcloux : *SGBD géographiques - Spécificités*, International Thomson publishing -France, 1996
- [Sté\_2002] Stéphane Pelle : *Quelques conseils pour modéliser les données*

*géographiques*, 2002, <http://www.eng.ign.fr>

Et les sites suivants :

- <http://pse.ensg.ign.fr>
- <http://www.uquam.ca>
- <http://www.esriface.fr>
- <http://www.ifrener.fr>
- <http://www.sig.net.free.fr>



## **GLOSSAIRE**

### **A**

- **Alimentation en Eau Potable (AEP)** : Ensemble des équipements, des services et des actions qui permettent, en partant d'une eau brute, de produire une eau conforme aux normes de potabilité en vigueur, distribuée ensuite aux consommateurs.
- **Analyse spatiale** : Etude de la position et de la forme des entités géographiques, ainsi que des relations entre elles. Les résultats de fonctions d'analyse spatiale ne sont pas nécessairement des objets graphiques ou cartographiques.
- **Analyse thématique** : Permet de construire des cartographies thématiques. Qui sont des cartes géographiques illustrant, par l'utilisation de divers paramètres graphiques (couleur, symbolique, taille, etc.), le comportement d'un phénomène en relation avec sa localisation spatiale. Les valeurs représentées peuvent résulter de requêtes spatiales ou non.
- **Association topologique** : Relation spatiale unissant des entités partageant une géométrie, telles que des limites et des sommets.
- **Attribut** : Caractéristiques d'une entité cartographique.

### **B**

- **Base de données** : Structure de données permettant de recevoir, de stocker et de fournir à la demande des données à de multiples utilisateurs indépendants.
- **Base de données géographique** : Ensemble de couches cartographiques (comprenant les entités et les informations qui les décrivent) organisés de manière à optimiser l'efficacité du stockage et de la récupération des données par de multiples utilisateurs.
- **CAO** : Conception Assister par Ordinateur. Système automatisé destiné à la conception, au dessin et à l'affichage d'informations orientés graphiquement.

- **Carte** : Représentation géométrique plane, simplifiée et conventionnelle, de tout ou partie de la surface terrestre. A une carte sont associés un système géodésique (modélisation de la forme de la Terre), un système de projection (pour passer de l'espace à un plan), une échelle de représentation et les règles d'interprétation des signes, couleurs, dessins de la carte (légende).
- **Carte topographique** : Représentation d'entités naturelles ou artificielles indiquant leur position relative et leur altitude.
- **Cartographie** : Art et techniques pour la réalisation et la diffusion de cartes.
- **Cartographie sur ordinateur** : Logiciel micro-informatique permettant de cartographier des informations. Ces systèmes vont programmes servant uniquement à visualiser des cartes aux systèmes d'information géographique (SIG) les plus complets.
- **Cartographie thématique** : Forme de cartographie sur ordinateur utilisant des informations stockées dans des applications de type tableur ou dans une base de données et permettant de réaliser des documents cartographiques à des fin de présentation.
- **Cellule** unité uniforme ponctuelle représentant une portion du globe dans un raster. La cellule possède une valeur correspondante à l'entité ou caractéristique de ce site telle que le type de sol, le secteur de recensement ou l'altitude.
- **Champ** : Colonne d'une table. Chaque champ contient des valeurs d'un attribut unique.
- **Classe** : Groupe ou catégorie de valeurs d'attributs.
- **Classification** : Processus de tri ou de regroupement de valeurs d'attributs en groupes ou catégories ; tous les membres d'un groupe sont représentés sur une carte par le même symbole.
- **Coordonnées** : Couple (ou triplet) de valeurs numériques permettant de positionner un point dans un plan (coordonnées planaires) ou sur une surface (coordonnées géographiques).
- **Coordonnées géographiques** : Mesures d'une position à la surface de la terre ; exprimées en degré de l'altitude et de longitude.

- **Couche (layer)** : Jeu de données géographiques organisées par thématiques (routes, parcelles, commune, ...), décrites et stockées dans les logiciels de SIG. Conceptuellement, une couche est similaire à une couverture.
- **Couverture** : Couche d'information géographique, une couverture contient la description géométrique, topologique et attributaire des entités géographiques.

### D

- **Diagramme** : Représentation graphique de données tabulaires. Un diagramme est également désigné sous le terme de graphique.
- **Dictionnaire des données** : Ensemble d'informations répertoriant les caractéristiques des données dans une base SIG. On peut trouver dans ce dictionnaire les informations suivantes : nom complet des attributs, signification des codes, échelle des données source, précision des données géographiques, projection cartographique utilisée... etc.
- **Digitalisation** : Méthode de numérisation consistant à reproduire le contenu d'une image à partir d'éléments géométriques simples (segments de droite, arcs de cercle, polygones, etc.). Le résultat obtenu est une image en mode "vecteur".
- **Données** : Ensemble de faits reliés, généralement regroupés en un format particulier, dans un but particulier.
- **Données cartographiques numérisées** : Positions géographiques (coordonnées) et formes géométriques des entités cartographiques, stocké dans un format exploitable sur ordinateur.
- **Données de références de géocodage** : Données qu'utilise un service de géocodage pour définir les représentations géométriques de positions.
- **Données géographiques** : Information renseignant sur les objets observés à la surface de la terre, y compris leur position géographique, leur forme et leur description. Les données géographiques peuvent se présenter sous différentes formes : données spatiales (localisées), données tabulaires (littérales) et données image.
- **Données géoréférencées** : Forme de cartographie sur ordinateur qui associe les données à des positions géographiques et représente sur une carte les adresses localisées par des entités ponctuels.

- **Données image** : Représentations graphiques d'objets. Exemple : images satellitaires, photographies aériennes, documents scannés... etc.
- **Données spatiales ou données localisées** : Position et forme d'entités géographiques, chacune étant décrite.
- **Données tabulaires** : Information descriptive stockée sous forme de lignes et de colonnes, que l'on peut relier à des entités cartographiques.

### B

- **Echelle** : Relation entre les dimensions des entités d'une carte et celles des objets géographiques réels qu'elle représentent, généralement exprimée sous forme de fraction ou de rapport.
- **Elément de diagramme** : Barre verticale ou horizontale, aire, secteur d'un diagramme, ou symbole ponctuel d'une courbe, représentant des données d'un tableau de chiffres.
- **Elément cartographique** : Composant graphique tel qu'une barre d'échelle, une flèche du nord, permettant de décrire les données d'un tableau de chiffres.
- **Entité cartographique** : Représentation d'un objet du monde réel sur la couche d'une carte.
- **Entité ponctuelle** : Forme représentant, sur une carte, un objet géographique trop petit pour être représenté par une ligne ou par une surface. Exemple d'entités ponctuelles : puits, bouches d'incendie, point de référence... etc.
- **Entité surfacique ou polygone** : Sur une carte, forme géométrique représentant un objet géographique aux dimensions trop importantes pour pouvoir être représenté sous la forme d'un point ou d'une ligne. Exemple d'entités surfaciques (ou polygonales) : pays, zone de recensement, lacs... etc.

### F

- **Forme (shape) :** Caractéristique géométrique d'un objet géographique (entité). La plupart des objets géométriques peuvent être représentés sur une carte à l'aide de trois formes élémentaires : points, ligne et polygone.

### G

- **Géocodage :** Processus de création de représentations géométriques de positions (telles que les entités de points) à partir de description (telles que des adresses).
- **Géomatique :** Ensemble des applications liées à la gestion et au traitement informatique des données géographiques.
- **Géoréférencement :** Processus qui consiste à établir une relation (mathématique) entre des coordonnées papier (exemple : centimètres ou millimètres) sur une carte planaire et des coordonnées réelles (géographiques). Le géoréférencement nécessite de connaître les coordonnées d'un certain nombre de points (points de calage ou TIC) dans l'un et l'autre des systèmes.

### I

- **Image :** Représentation du monde géographique en divisant le monde en carrés discrets désignés sous le terme de cellules. Exemple : photographie aérienne et par satellite, documents numérisés et photographies de bâtiments.
- **Image Raster (ou image maillée) :** Représentation numérique d'une image par une matrice de points. Chaque point est associé à une couleur provenant d'une palette plus ou moins grande (de 2 à plus de 16 millions).
- **Image Vecteur :** Représentation numérique d'une image consistant à reproduire son contenu à partir d'éléments géométriques simples (segments de droite, arcs de cercle, polygones, etc.).

### J

- **Jointure :** Processus de liaison de données tabulaires à une couche. Le champ d'une table est ajouté à la couche à l'aide d'un champ commun. La

- **Modèle conceptuel de données** : Le modèle conceptuel de données (MCD) constitue un ensemble de règles de structuration et de modélisation de l'information dans une base de données (notamment géographique pour un SIG). C'est un document produit par une méthode d'analyse pour les systèmes d'informations.

### N

- **Numérisation** : Procédé consistant à traduire dans un fichier informatique le contenu d'un document à l'origine sur support papier ou similaire. stockées en tant que données spatiales.

### O

- **Objet géographique** : Objet qui a une localisation et une dimension dans l'espace, qui met en jeu des lieux, et qui est étudié par le géographe : un réseau, une ville, une région, une montagne, un champ, une distribution spatiale, un itinéraire, un Etat. Il peut être représenté par un point, une ligne ou un polygone.

### P

- **Projection cartographique** : Formule mathématique qui convertit les positions de latitude et de longitude sur la surface courbe (sphérique) de la Terre en positions x, y sur la surface plane de la carte. Les projections cartographiques altèrent une ou plusieurs des propriétés spatiales suivantes : distance, surface, forme, et direction.

### R

- **Raster** : Représente une source de données s'appuyant sur une structure de grille pour stocker les structures géographiques.
- **Requête** : Question permettant de sélectionner des entités. Une requête apparaît souvent sous la forme d'une instruction ou d'une expression logique.
- **Réseau** : Ensemble de segments et de jonctions connectés topologiquement.
- **Réseau géométrique** : Ensemble de classes d'entités faisant partie d'un réseau.

## Glossaire

---

- **Résolution** : Pour une carte elle représente la taille du plus petit objet géographique représenté sur une carte. La résolution d'une carte est liée à l'échelle de la carte. Pour une image raster c'est le nombre de points en x et y.
- **Segment** : Ligne connectant des sommets dans une construction. Dans la construction d'un bâtiment par exemple, un segment représente une ligne.
- **Sélectionner** : Choisir parmi un groupe d'entités ou d'enregistrements.
- **Session de mise à jour** : Toutes les modifications ont lieu lors d'une session de mise à jour.
- **Style** : Ensemble d'éléments à utiliser pour créer des cartes ou à placer sur les cartes. Les comprennent des éléments tels que les symboles, les barres d'échelles, les flèches du nord et les couleurs.
- **Superposition spatiale** : Processus d'empilement de couches géographiques occupant le même espace, afin d'étudier la relation qui existent entre elles.
- **Symbole** : Élément graphique utilisé sur une carte pour faciliter l'identification d'une entité et renseigner celle-ci.
- **Système de coordonnées** : Méthode de précision de la localisation d'entités du monde réel sur la surface du globe.
- **Système de référence spatial** : Système permettant la représentation de la Terre et de sa surface. Les différents composants d'un système de référence spatial sont :
  - le référentiel géodésique qui situe et oriente la Terre dans l'espace ;
  - l'ellipsoïde qui modélise la Terre sous la forme d'un volume de révolution (sphère aplatie) ;
  - le système de projection qui exprime mathématiquement la position sur une carte plane de tout point de la surface étudiée de la Terre.
- **Table** : Informations présentées en lignes et en colonnes.

