

11/03 - 11/03

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**  
**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN**  
**FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR**

Mémoire en vue de l'obtention du  
**Diplôme d'Ingénieur d'Etat**  
En  
**Informatique**  
Option : **Système d'information avancé**

Intitulé  
**Web SIG Touristique**  
**De la ville de TLEMCEN**

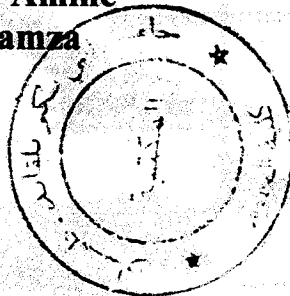
Elaboré par :  
**BEKKAI Kamila & SOUFI Yasser**

Encadré par:  
**M<sup>r</sup> BENYETTOU Mohamed**

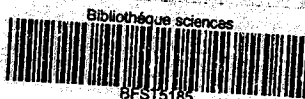
Co-encadré par:  
**M<sup>r</sup> BENAMAR Abdelkrim**

**Soutenu le 1er juillet 2008 devant le jury composé de:**

**Président: Mr ABDERAHIM Med Amine**  
**Membre: Mr BOUABDELLAH Hamza**



**Année Universitaire: 2007-2008**



# Tables des matières

<b>Dédicaces.....</b>	<b>3</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>5</b>
<b>Tables des matières.....</b>	<b>6</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>9</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>11</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>12</b>
<b>I. Définition et représentation des SIG.....</b>	<b>13</b>
I.1 Historique.....	14
I.2 Les systèmes d'information géographique.....	15
I.2.1. Définition des SIG.....	16
I.2.2. SIG modèle de la réalité.....	17
I.2.3. Questions de base auxquelles un SIG doit pouvoir répondre.....	17
I.2.4. Les fonctionnalités des SIG.....	18
I.2.4.1. Abstraction.....	18
I.2.4.2. Acquisition.....	18
I.2.4.3. Archivage.....	18
I.2.4.4. Analyse.....	18
I.2.4.5. Affichage.....	18
I.3. La cartographie.....	18
I.3.1. La carte instrument de communication.....	18
I.3.2. Echelle.....	20
I.3.3. La modélisation cartographique.....	20
I.3.3.1. Notion de couches.....	20
I.3.3.2. Quoi mettre sur la même couche.....	21
I.3.3.2.1. Type d'objet cartographique.....	21
I.3.3.2.2. Type d'entité.....	21
I.3.3.3. La modélisation cartographique en mode vectoriel.....	22
I.3.3.3.1. Les éléments vectoriels.....	23
1. Les objets à 0 dimensions.....	23
2. Les objets à 1 dimension.....	24
3. Les objets à 2 dimensions.....	26
4. Autres objets.....	26
I.3.3.4. La modélisation cartographique en mode matriciel.....	27
I.3.3.4.1. Notion d'objets et de pixels.....	27
I.3.3.4.2. Couche-Identifiant.....	27
I.4. La structuration vectorielle et la structuration matricielle des données.....	28



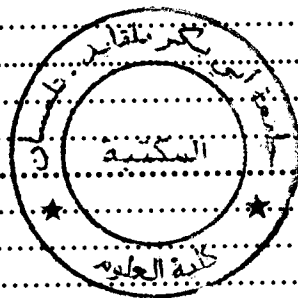
I.4.1. La structuration vectorielle.....	28
I.4.1.1. Spaghetti.....	28
I.4.1.2. Topologique.....	29
I.4.1.3. Représentation des îlots.....	30
I.4.1.4. Représentation des polygones complexes.....	31
I.4.2. La structuration matricielle.....	31
I.4.2.1. Type de matrices.....	32
I.4.2.1.1. Carré.....	32
I.4.2.1.2. Triangulaire.....	33
I.4.2.1.3. Hexagonal.....	33
I.4.3. Comparaison des deux modèles vecteur et raster .....	34
I.5. Type de modélisation.....	36
I.5.1. Modélisation entité-relation.....	36
I.5.1.1. Des définitions des éléments fondamentaux.....	36
I.5.1.2. Connectivité et cardinalité.....	36
I.5.1.3. Le schéma conceptuel.....	37
I.5.2. Modélisation objet et UML.....	37
I.6. Applications des SIG.....	37
I.6.1. Approche territoriale.....	37
I.6.1.1. Les communes et les villes.....	37
I.6.1.2. Les départements.....	37
I.6.1.3. Les régions.....	38
I.6.1.4. Le niveau national.....	38
I.6.1.5. Le niveau mondial.....	38
I.6.2. Approche par domaine d'application.....	38
I.6.2.1. La gestion des réseaux.....	38
I.6.2.2. L'équipement et l'aménagement du territoire.....	38
I.6.2.3. L'agriculture.....	38
I.6.2.4. L'environnement.....	38
I.6.2.5. Les risques naturels et technologique et la sécurité civile.....	39
I.6.2.6. La géologie et les matières premières.....	39
I.6.2.7. L'hydrographie et l'océanographie.....	39
I.6.2.8. La démographie, la socio-économie et la santé.....	39
I.6.2.9. Le géomarketing.....	39
I.6.2.10. Le tourisme.....	39
I.7. Les webSIG.....	39

## **II. Description des sites touristiques, Google Maps et MapInfo..... 41**

<b>Partie 1 : Les sites touristiques.....</b>	<b>42</b>
II.1.1. Le tourisme en général.....	42
II.1.1.1. L'histoire du tourisme dans le monde.....	42
II.1.1.2. Définition du tourisme.....	42
II.1.1.3. Le but du tourisme.....	42
II.1.2. Le tourisme à Tlemcen.....	42
II.1.2.1. Aperçu historique de Tlemcen.....	43
II.1.2.2. Citation de quelques sites touristiques de Tlemcen.....	43
<b>Partie 2 : Google Maps.....</b>	<b>45</b>
II.2.1. L'apparition de Google Maps.....	45
II.2.2. La nouveauté de Google Maps.....	45



II.2.3. L'obtention d'une clé Google Maps.....	45
II.2.4. Documentation Google Maps.....	46
II.2.5. L'API Google Maps.....	46
II.2.5.1. GMap2.....	47
II.2.5.2. GPoint et GLatLng.....	48
II.2.5.3. GMarker.....	48
II.2.5.3.1. GIcon.....	49
II.2.5.3.2. Info Windows.....	49
II.2.5.4. GPolyligne.....	51
II.2.5.5. Les polygones.....	51
II.2.5.6. GSize.....	51
II.2.5.7. GLatLngBounds.....	51
II.2.6. Les contrôles de Google Maps.....	51
II.2.6.1. Le déplacement sur la carte.....	51
II.2.6.2. Le zoom.....	52
II.2.6.2.1. Le contrôle GLargeMapControl .....	52
II.2.6.2.2. Le contrôle GSmallMapControl .....	52
II.2.6.2.3. Le contrôle GSmallZoomControl .....	52
II.2.6.3. Le type de carte.....	53
II.2.6.3.1. Plan/carte .....	53
II.2.6.3.2. Satellite.....	53
II.2.6.3.3. Mixte.....	54
II.2.6.4. L'ensemble de carte.....	54
II.2.6.5. L'échelle.....	55
II.2.7. Les événements.....	55
II.2.7.1. GEvent.....	55
II.2.7.2. GMap2 Events.....	56
II.2.7.3. GMarker Events.....	56
II.2.8. Le géocodage.....	57
II.2.8.1. Le logiciel du géocodage.....	57
II.2.8.2. API de géocodage yahoo.....	57
II.2.8.3. Le géocodage hack de google.....	58
II.2.8.4. Géocoder.us.....	58
II.2.8.5. Les solutions commerciales de géocodage.....	58
II.2.9. AJAX.....	58
II.2.9.1. Que signifie AJAX ? .....	58
II.2.9.2. Existe-t-il des frame works AJAX ?.....	59
II.2.9.3. Quelles sont les limites d'AJAX ?.....	59
II.2.9.4. Quels sont les avantages d'AJAX ?.....	59
II.2.9.5. L'exploitation d'AJAX par google maps.....	59
<b>Partie 3 : MapInfo Professional.....</b>	<b>60</b>
II.3.1. MapInfo Professional.....	60
II.3.2. Organisation des données.....	60
II.3.2.1. Les tables.....	60
II.3.2.1.1. Table non graphique.....	60
II.3.2.1.2. Table graphique.....	60
II.3.3. Les différents fichiers de MapInfo.....	60
II.3.3.1. La structure d'une table.....	60
II.3.3.2. Les documents : Les fichiers *.WOR.....	61
II.3.4. Fenêtres cartes, données et graphiques.....	61





II.3.4.1. Fenêtre carte.....	61
II.3.4.2. Fenêtre de données.....	61
II.3.4.3. Fenêtre graphe.....	61
II.3.5. Les barres d'outils.....	61
II.3.5.1. Standard.....	61
II.3.5.2. Général.....	62
II.3.5.3. Dessin.....	62
II.3.6. Les couches de cartes.....	62
II.3.6.1. Le contrôle des couches.....	63
II.3.6.2. Réorganiser les couches.....	63
II.3.7. Gestion des données.....	63
II.3.7.1. La sélection à partir des fenêtres cartes et données.....	64
II.3.7.1.1. Sélection.....	64
II.3.7.1.2. Sélection par distance.....	64
II.3.7.1.3. Sélection par rectangle.....	64
II.3.7.1.4. Sélection par polygone.....	64
II.3.7.2. La sélection par requêtes.....	64
II.3.7.2.1. Sélection par requêtes simples.....	65
II.3.7.2.2. Sélection par requêtes sur plusieurs tables.....	66
II.3.8. Intégration des données dans MapInfo.....	66
II.3.9. Importer/ Exporter des données avec MapInfo.....	66
II.3.9.1. Sauvegarder une carte au format image (BMP, TIF, JPEG.....)	67
II.3.9.2. Ouvrir des données image (BMP, TIFF).....	68
II.3.9.3. Exporter au format MIF/MID.....	68
II.3.9.4. Importer des données.....	69
II.3.10. La digitalisation.....	69

### **III. Conception et analyse du système en question..... 71**

III.1. UML.....	72
III.2. L'approche UML aux systèmes d'information géographique.....	72
III.2.1. Acquisition des connaissances.....	72
III.2.2. Structuration de l'information géographique.....	73
III.2.3. Spécification des fonctionnalités de l'outil.....	73
III.3. Démarche simplifiée proposée par l'analyse.....	74
III.3.1. Etape 1 « Identification et représentation des cas d'utilisation ».....	74
III.3.2. Etape 2 « Description et représentation des scénarios ».....	74
III.3.3. Etape 3 « Identification des classes et élaboration des diagrammes de classe ».....	74
III.3.4. Etape 4 « Elaboration du package ».....	74
III.4. Elaboration de la modélisation objet du SIG à l'aide d'UML.....	74
III.4.1. Etape 1 « Identification et représentation des cas d'utilisation ».....	74
III.4.2. Etape 2 « Description et représentation des scénarios ».....	75
III.4.2.1. Identification des scénarios.....	75
III.4.2.2. Les diagrammes de séquence.....	76
III.4.2.2.1. Les scénarios du cas d'utilisation « Navigation sur la carte de Tlemcen »...	76
1. Déplacement et Zoom.....	76
2. Visite par type carte.....	77
3. Affichage de l'information géographique.....	78
III.4.2.2.2. Le scénario du cas d'utilisation « Renseignements rubriques ».....	79



1. Information par type rubrique.....	79
III.4.2.2.3. Le scénario du cas d'utilisation « Recherche ».....	80
1. Recherche par site touristique.....	80
2. Recherche par personnage.....	81
III.4.3. Etape 3 « Identification des classes et élaboration des diagrammes de classe ».....	82
III.4.3.1. Identification des classes.....	82
III.4.3.2. Diagrammes de classes.....	82
III.4.3.2.1. Modélisation de la partie « Outils de contrôle ».....	82
III.4.3.2.2. Modélisation de la partie « Information géographique ».....	83
1. La composante spatiale.....	83
III.4.3.2.3. Modélisation de la partie « Recherche et renseignement rubrique ».....	84
III.4.4. Etape 4 « Elaboration du package ».....	85
<b>IV. Implémentation et réalisation.....</b>	<b>88</b>
IV.1. Architecture technique.....	89
IV.2. Outils utilisés.....	90
IV.2.1. Mapinfo professional V8.0.....	90
IV.2.2. Les convertisseurs des fichiers tab-shp2 et shp2-KML.....	90
IV.2.2.1. Le convertisseur AlterSIG-convert.....	90
IV.2.2.2. Le convertisseur Shp2kml.....	91
IV.2.3. Avantage de Google Maps.....	91
IV.2.4. XML.....	91
IV.3. Description de l'application.....	91
IV.3.1. Etape Mapinfo.....	91
IV.3.1.1. Calage.....	91
IV.3.1.2. Vectorisation.....	95
IV.3.1.3. structure de table.....	96
IV.3.2. Insertion de la carte Google Maps.....	98
IV.3.3. Description du site web.....	100
IV.4. Perspectives.....	106
<b>Conclusion.....</b>	<b>108</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>109</b>
<b>Netographie.....</b>	<b>109</b>



## Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : Architecture Client/Serveur.....	15
<b>Figure 1.2</b> : Architecture 3 tiers.....	15
<b>Figure 1.3</b> : Phénomène géographique.....	19
<b>Figure 1.4</b> : Information géographique.....	20
<b>Figure 1.5</b> : Exemple de table d'attributs.....	22
<b>Figure 1.6</b> : Modélisation d'un arbre.....	22
<b>Figure 1.7</b> : Modélisation des rues.....	23
<b>Figure 1.8</b> : Exemple de point d'entité.....	23
<b>Figure 1.9</b> : Exemple de point étiquette.....	23
<b>Figure 1.10</b> : Exemple de point de surface.....	24
<b>Figure 1.11</b> : Segment de ligne.....	24
<b>Figure 1.12</b> : ligne Corde.....	24
<b>Figure 1.13</b> : ligne arc.....	24
<b>Figure 1.14</b> : ligne de lien.....	25
<b>Figure 1.15</b> : lien directionnel.....	25
<b>Figure 1.16</b> : ligne chaîne.....	25
<b>Figure 1.17</b> : ligne chaîne complète.....	25
<b>Figure 1.18</b> : ligne chaîne de surface.....	25
<b>Figure 1.19</b> : ligne chaîne réseau.....	26
<b>Figure 1.20</b> : ligne d'anneau.....	26
<b>Figure 1.21</b> : Polygone simple/polygone complexe.....	26
<b>Figure 1.22</b> : Courbes reliant des points.....	27
<b>Figure 1.23</b> : Exemple d'un ensemble de matrices.....	28
<b>Figure 1.24</b> : Exemple de modèle spaghetti.....	29
<b>Figure 1.25</b> : Exemple de modèle topologique.....	30
<b>Figure 1.26</b> : Exemple d'un îlot.....	30
<b>Figure 1.27</b> : Maillage carré.....	32
<b>Figure 1.28</b> : Maillage triangulaire.....	33
<b>Figure 1.29</b> : Maillage hexagonal.....	33
<b>Figure 1.30</b> : Tableau de comparaison entre vecteur et raster.....	34
<b>Figure 1.31</b> : Exemple de mode vecteur.....	35
<b>Figure 1.32</b> : Exemple de mode matriciel.....	35
<b>Figure 2.1</b> : Ensemble des objets de Google Maps.....	47
<b>Figure 2.2</b> : GMap2.....	47
<b>Figure 2.3</b> : Marqueur et infobulle.....	49
<b>Figure 2.4</b> : icônes créées par GIcon.....	49
<b>Figure 2.5</b> : Coogle Map avec Info Window.....	50
<b>Figure 2.6</b> : La nouvelle info windows.....	50
<b>Figure 2.7</b> : GPolyline.....	51
<b>Figure 2.8</b> : Panning.....	52
<b>Figure 2.9</b> : Le contrôle GLargeMapControl.....	52
<b>Figure 2.10</b> : Le contrôle GSmallMapControl.....	52
<b>Figure 2.11</b> : Le contrôle GSmallZoomControl.....	52
<b>Figure 2.12</b> : Type plan.....	53
<b>Figure 2.13</b> : Type de carte satellitaire.....	53
<b>Figure 2.14</b> : Type de carte mixte.....	54



<b>Figure 2.15</b> : GOverviewMapControl.....	55
<b>Figure 2.16</b> : Echelle.....	55
<b>Figure 2.17</b> : Adresses géocodées.....	57
<b>Figure 2.18</b> : Barre d'outil générale.....	62
<b>Figure 2.19</b> : Barre d'outil dessin.....	62
<b>Figure 2.20</b> : Contrôle des couches.....	63
<b>Figure 2.21</b> : Sélection.....	65
<b>Figure 2.22</b> : Expression.....	65
<b>Figure 2.23</b> : Sélection SQL.....	66
<b>Figure 2.24</b> : Enregistrement de la carte.....	67
<b>Figure 2.25</b> : Afficher données.....	67
<b>Figure 2.26</b> : Calage image.....	67
<b>Figure 2.27</b> : Exportation des données.....	68
<b>Figure 2.28</b> : Importation des données.....	68
<b>Figure 2.29</b> : traducteur universel.....	69
<b>Figure 3.1</b> : Diagramme des cas d'utilisation (Use Case).....	75
<b>Figure 3.2</b> : Déplacement et Zoom.....	76
<b>Figure 3.3</b> : Visite par type carte.....	77
<b>Figure 3.4</b> : Affichage de l'information géographique.....	78
<b>Figure 3.5</b> : Information par type rubrique.....	79
<b>Figure 3.6</b> : Recherche par site touristique.....	80
<b>Figure 3.7</b> : Recherche par personnage.....	81
<b>Figure 3.8</b> : Diagramme « Outils de contrôle ».....	83
<b>Figure 3.9</b> : Diagramme « Information géographique ».....	84
<b>Figure 3.10</b> : Diagramme « Recherche et renseignement rubrique ».....	85
<b>Figure 3.11</b> : Diagramme de classe montrant le package.....	86
<b>Figure 4.1</b> : architecture technique.....	89
<b>Figure 4.2</b> : Calage de l'image raster.....	92
<b>Figure 4.3</b> : Définition de la projection.....	93
<b>Figure 4.4</b> : Définition de l'unité.....	93
<b>Figure 4.5</b> : Ajout du point de calage.....	94
<b>Figure 4.6</b> : Trois points de calage ajoutés.....	94
<b>Figure 4.7</b> : couche espace non habité.....	95
<b>Figure 4.8</b> : couche espace vert.....	95
<b>Figure 4.9</b> : couche habitats.....	95
<b>Figure 4.10</b> : couche routes.....	95
<b>Figure 4.11</b> : couche sites touristique.....	95
<b>Figure 4.12</b> : superposition des cinq couches.....	96
<b>Figure 4.13</b> : Modification structure.....	96
<b>Figure 4.14</b> : sélection de la table.....	97
<b>Figure 4.15</b> : Ajout des champs.....	97
<b>Figure 4.16</b> : Informations.....	98
<b>Figure 4.17</b> : Compte Google.....	98
<b>Figure 4.18</b> : API key.....	98
<b>Figure 4.19</b> : Menu.....	100
<b>Figure 4.20</b> : Carte intégrée.....	100
<b>Figure 4.21</b> : Grand Bassin.....	101
<b>Figure 4.22</b> : Informations grande mosquée.....	101



<b>Figure 4.23 : Information géographique.....</b>	<b>102</b>
<b>Figure 4.24 : Recherche.....</b>	<b>102</b>
<b>Figure 4.25 : Apparition des marqueurs.....</b>	<b>103</b>
<b>Figure 4.26 : Apparition de l'infobulle.....</b>	<b>104</b>
<b>Figure 4.27 : Apparition de la page d'information.....</b>	<b>105</b>



# Chapitre



## ***Définition et présentation des Systèmes d'Information Géographique***

*Le domaine des SIG constitue deux mondes, il relie le monde de l'informatique à celui de la géographie il a suscité à un développement particulier.*

*C'est une forme particulière de Système d'Information qui intègre des données à référence spatiale. Dans un premier chapitre on commence par entamer connaissance avec ce domaine d'une façon détaillée.*



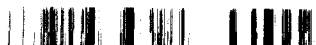
# Résumé

Tlemcen notre ville natale est si riche en art, en histoire, en nature...qu'on peut la mettre sous un angle touristique sans hésitation, c'est une ville qui ne se laisse pas découvrir aussi facilement qu'il peut y apparaître. Un nouveau concept est apparu permettant d'effectuer des tâches sur des données à références spatiales. Les SIG est un ensemble de données, matériels, logiciels, et personnels dont la fonction est d'exploiter de l'information géographique pour produire des résultats et atteindre un objectif de gestion du territoire.

Google Maps est un service gratuit de cartes géographiques et de plan en ligne, dernièrement (en avril 2008) la carte de Tlemcen a été mise à jour ce qui nous a permis de l'intégrer dans notre site pour la traiter suivant le besoin en lui attribuant une base de données de sites touristiques et en superposant des layers qu'on a réalisé à l'aide d'un logiciel professionnel de cartographie MapInfo V8.0.

Pour la conception de notre SIG on a utilisé Le langage de modélisation graphique et textuel UML puisqu'il donne la possibilité de modéliser les entités du domaine étudié, et permet ainsi de structurer l'information géographique. On a élaboré les diagrammes Use Case, diagrammes de séquence, et diagrammes de classe qui conviennent approximativement à notre système.

En respectant la phase de la conception on a pu mettre en œuvre le web SIG touristique souhaité.



# *I* **ntroduction**

Le monde informatique s'élargit de plus en plus vite, il pénètre presque tous les domaines et rares sont les activités qui ne soient aujourd'hui marquées de son sceau. En informatique le Système d'information est considéré comme un ensemble organisé de ressources (personnel, données, procédures, matériel, logiciel, ...) permettant d'acquérir, de stocker, de structurer et de communiquer des informations sous forme de textes, images, sons, ou de données codées dans des organisations. Il existe plusieurs genres de systèmes d'informations spécialisés.

Pour notre projet on s'est penché plutôt vers les Systèmes d'Information Géographique qui ont pour but de transformer la géographie et les géosciences en fournissant de nouvelles manières d'analyser et de combiner une information devenue numérique. Ils s'appuient sur un certain nombre de bases de données géographiques, qui permet d'intégrer, de gérer, de traiter et de représenter l'information sous forme de cartes. Si on décrit aussi ce domaine on découvre qu'il est vaste puisqu'il commence à s'imposer rapidement dans plusieurs secteurs y compris celui de notre projet « le tourisme ». On vit dans une ville d'abord bien placée géographiquement, si naturelle et enrichissante en histoire en art en culture en air ...etc.

Face à une production et une utilisation de plus en plus nombreuse et diversifiée des données à caractère géographique, un besoin se fait sentir pour une mise à disposition de celles-ci à travers le web. Toute une gamme de possibilités de diffusion et de traitement d'informations spatialisées est maintenant disponible par l'intermédiaire d'applications Internet.

La représentation d'un web SIG touristique de la ville de Tlemcen est sans aucun doute une réponse pertinente pour mieux diffuser et présenter l'information aux internautes.





### I.1. Historique :

Le développement des SIG dans la science et l'aménagement du territoire a été permis par l'avancée de la technologie informatique, et encouragé par prise de conscience environnementale et de nouvelles approches scientifiques transdisciplinaires, intégratrices.

Le premier Système d'Information Géographique a été créé lors du projet de ZEMP (Plan de Zonage et de Gestion de l'Environnement), un projet mis en œuvre par le Gouvernement Royal du Cambodge, le Comité du Patrimoine Mondial, l'UNESCO, l'UNDP et le SIDA Suédois.

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

- *fin des années 1950 – milieu des années 1970* : début de l'informatique, premières cartographies automatiques.
- *milieu des années 1970 - début des années 1980* : (SIG) c'est un nouveau concept apparu dans le domaine informatique. Il exploite le fait que la grande partie des données manipulées, dans tous les environnements professionnels, dispose d'une composante géographique, souvent en deux dimensions avec des coordonnées (x,y) et parfois même avec la troisième (z).

Les premiers logiciels SIG ont donc proposé d'exploiter cette composante pour afficher les données sous forme de " carte " et ainsi de les manipuler de façon intuitive. En effet, il est beaucoup plus simple, ergonomique et efficace de sélectionner des données, par un simple clic souris, plutôt que de rechercher ces mêmes données dans un tableau illisible composé de nombreuses lignes et colonnes.

Les outils de cartographie automatique/SIG étaient diffusés dans les organismes d'État (armée, cadastre, services topographiques, ...), ils étaient tout d'abord mono-poste et stockaient les informations sous forme de fichiers plats (ASCII ou autres).

- *depuis les années 1980* : croissance du marché des logiciels, développements des applications sur PC. Au milieu des années 90, des solutions pour les stocker dans des bases de données relationnelles sont apparues.

Dès lors, les données géographiques étaient partagées par plusieurs utilisateurs en simultané (mode client-serveur) et le problème de leur volume, souvent important, était résolu, puisque mutualisées et administrées au sein d'un même espace centralisé.



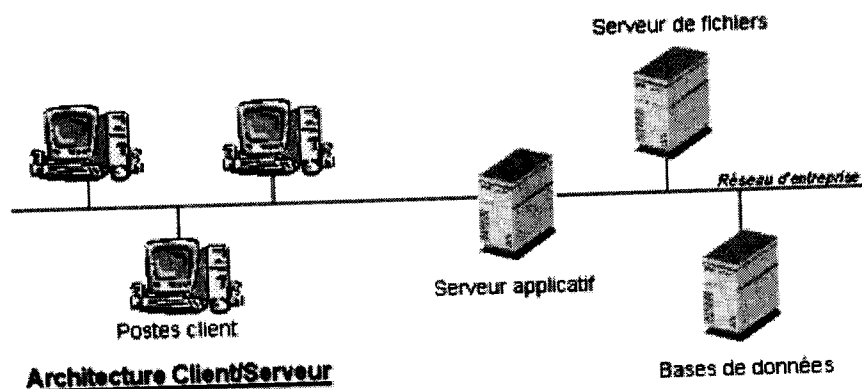


Figure 1.1

La dernière évolution dans le monde SIG a été l'arrivée d'Internet à la fin des années 90. Les premières architectures trois-tiers (serveur de données/serveur web/navigateur web) ont été mises en place et avec elles les premières solutions logicielles pour publier les données cartographiques sur les net (intra, extra ou inter) :

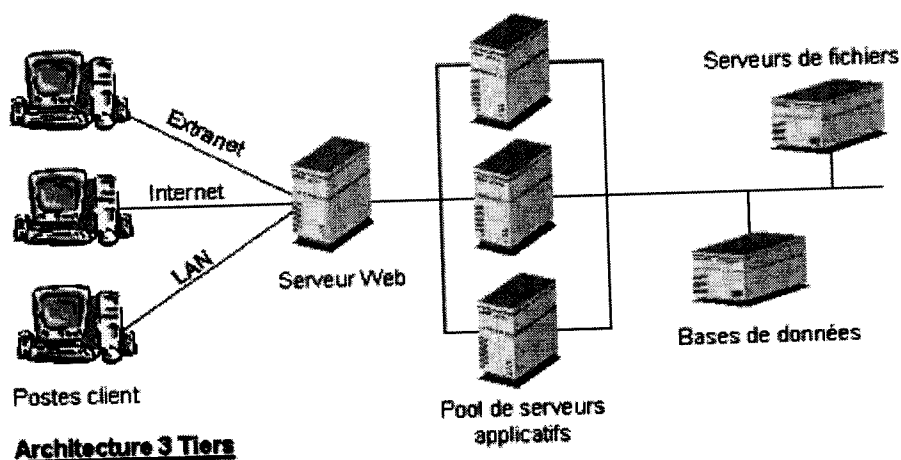


Figure 1.2

Et une banalisation de l'usage de l'information géographique (cartographie sur Internet, calcul d'itinéraires routiers, utilisation d'outils embarqués liés au GPS...). [1]

### I.2. Les systèmes d'information géographique (SIG) :

Le S.I.G. est l'acronyme du Système d'information Géographique. De nombreuses définitions apparaissent dans la littérature pour les SIG, mais souvent incomplètes, car ne présentant qu'un des aspects des SIG. Selon les définitions du petit Larousse :

*Un système* est une "combinaison d'éléments réunis de manière à former un ensemble", « ici sous-entend généralement système informatique »

*Une information* est un "élément de connaissance susceptible d'être codé pour être conservé, traité ou communiqué"



**Géographique** est "relatif à la géographie ayant pour objet la description de la surface de la terre"

Toutefois cette description purement structurelle ne permet pas de cerner clairement la notion de SIG en particulier par rapport aux systèmes de cartographie automatique, en effet :

**La carte** est la représentation conventionnelle de la répartition dans l'espace de phénomènes concrets ou abstrait.

**La cartographie** est l'ensemble des opérations d'élaboration, de dessin et d'édition des cartes.

**La cartographie automatique** est la cartographie assistée par ordinateur, faisant appel aux techniques informatiques.

**Un Système d'Information Géographique** est un ensemble de données numériques, localisées géographiquement et structurées à l'intérieur d'un système de traitement informatique comprenant des modules fonctionnels permettant de construire, de modifier, d'interroger, de représenter cartographiquement, la base de données, selon des critères sémantiques et spatiaux.

[J.G]

### 1.2.1. Définition :

"Un SIG est un ensemble organisé de matériels informatiques, de logiciels, de données géographiques et de personnel capable de saisir, stocker, mettre à jour, manipuler, analyser et présenter toutes formes d'informations géographiquement référencées." (F. de Blomac, 1994)

La technologie du SIG possède toutes les fonctionnalités du gestionnaire de base de données comme par exemple l'analyse statistique ou les requêtes, mais qui s'appliquent dans un environnement géo référencé pour l'analyse et la visualisation.

Ces caractéristiques distinguent le SIG des autres systèmes d'analyse et offrent de nombreuses perspectives d'application. La majorité des problèmes auxquels l'humanité se trouve confrontée - surpopulation, pollution, déforestation, risques naturels - possède une dimension géographique essentielle. De même, l'implantation industrielle, la localisation du meilleur site pour une production agricole ou la définition d'itinéraires pour l'organisation des interventions de la sécurité civile sont des problèmes qui peuvent être traités à l'aide de la technologie SIG. Le SIG va produire des cartes, intégrer les informations, visualiser des scénarios, résoudre des problèmes complexes et proposer des solutions pertinentes.

Le principe du SIG n'est pas nouveau tout comme la production de cartes ou l'analyse spatiale. Néanmoins, la mise en oeuvre informatique de ce type de système permet de démultiplier les applications et d'envisager des applications qui n'étaient pas concevables dans le cadre de méthodes manuelles. [2]

Afin de fonctionner adéquatement, un S.I.G. doit être correctement structuré :

- la structuration logique, principalement l'organisation logique des données en tables relationnelles ou en couches matricielles.
- la structuration des fichiers informatiques, dont il faut connaître les rudiments pour être en mesure de maîtriser le transcodage de fichiers, c'est-à-dire le passage d'un format à un autre.



- la structuration multi-logiciels ou, en d'autres termes, l'assemblage de plusieurs logiciels visant à regrouper, si possible sous une interface unique, l'ensemble des fonctions de plusieurs programmes.

Pour parvenir à une structuration logique, il est nécessaire de représenter le monde réel dans l'ordinateur. Les types d'objets géographiques représentés (rivières, bâtiments, etc.), de même que la nature des requêtes conditionneront la façon selon laquelle ces objets seront **modélisés** (rivière = ligne, bâtiment = point) et comment les données qui s'y rattachent seront **structurées**. [3]

### I.2.2. SIG modèle de la réalité :

Un SIG représente imparfaitement un sous-ensemble de la réalité.

Les SIG reposent, explicitement ou implicitement sur des modèles qui sont à tout le moins implicites, c'est-à-dire qu'ils existent dans l'esprit du concepteur et président à la représentation informatique de la réalité géographique même s'ils n'ont pas été développés volontairement, ni même parfois consciemment.

La conception du SIG débute alors avec la structuration, ce qui équivaldrait à concevoir une maison en la construisant physiquement sans en avoir auparavant tracé les plans. Il peut être possible de déduire les modèles à partir de la structure comme on déduirait les plans d'après une construction. Il est toutefois préférable de modéliser la réalité explicitement avant de structurer.

Les modèles explicites se présentent habituellement sous forme de schémas. Cependant, aucun système d'information ne peut fonctionner à partir de son modèle conceptuel seulement. Les modèles ne sont que des constructions logiques qui servent à guider précisément la structuration du système. Ils doivent être mis en oeuvre par une structure logique implantée informatiquement.

Les deux types essentiels de modèles composant les SIG sont :

#### *Le modèle cartographique*

Qui illustre par quel type d'entité graphique (points, lignes, polygones, etc.) sont représentées les entités géographiques "matérialisées" et comment ces entités seront réparties sur différentes couches

#### *Le modèle conceptuel*

Qui illustre les différentes entités (conceptions de l'esprit, géographiques ou non : lac, route, personne), et les relations qui existent entre ces dernières (l'immeuble A appartient à la personne B).

[3]

### I.2.3. Questions de base auxquelles un SIG doit pouvoir répondre :

- **Où ?** Cette interrogation permet de mettre en évidence la répartition spatiale d'un objet
- **Quoi ?** Il s'agit de mettre en évidence tous les objets ou phénomènes présents sur un territoire donné
- **Comment ?** C'est la problématique de l'analyse spatiale.
- **Quand ?** C'est la problématique de l'analyse temporelle.



- *Et si ?* Quelles conséquences affecteraient les objets ou phénomènes concernés du fait de leur localisation ?

[4]

#### **I.2.4. Les fonctionnalités des SIG :**

##### **I.2.4.1. Abstraction :**

Revient à concevoir un modèle qui organise les données par composants géométriques et par attributs descriptifs ainsi qu'à établir des relations entre les objets.

##### **I.2.4.2. Acquisition :**

Revient à alimenter le SIG en données. Les fonctions d'acquisition consistent à entrer d'une part la forme des objets géographiques et d'autre part leurs attributs et relations.

##### **I.2.4.3. Archivage :**

Consiste à transférer les données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage (disque dur).

##### **I.2.4.4. Analyse :**

Permet de répondre aux questions que l'on se pose.

##### **I.2.4.5. Affichage :**

Pour produire des cartes de façon automatique, pour percevoir les relations spatiales entre les objets, pour visualiser les données sur les écrans des ordinateurs.

[5]

#### **I.3. La cartographie :**

##### **I.3.1. La carte instrument de communication :**

###### **- Quel message ?**

L'information géographique procède de tous les phénomènes auxquels on peut attacher une localisation.

Domaine infini que l'on pourrait étendre selon sa spécialité de la molécule jusqu'à la galaxie... La cartographie limitera son champ d'exploration aux aspects naturel et anthropique de notre environnement, ce sont les données géo-spatiales au sens large du terme. Puis elle s'appliquera à concentrer sélectivement l'attention sur une partie de ces phénomènes afin de communiquer une certaine expression du Monde. [IGN]

###### **- Quelle démarche ?**

Certains phénomènes géographiques sont régis par des lois générales qui permettent de les décrire entièrement à l'aide de quelques paramètres mathématiques simples (Ex : Un flux de véhicules entre deux villes). D'autres phénomènes n'obéissent dans leur intégralité à aucune loi connue, ils sont dits aléatoires et leur connaissance sera du ressort de l'information, c'est-à-dire d'une description qui tendra à être aussi fidèle et complète que possible.



L'information géographique entre dans cette seconde catégorie, l'acquisition et la transmission de ces phénomènes peuvent s'inscrire dans le schéma suivant :

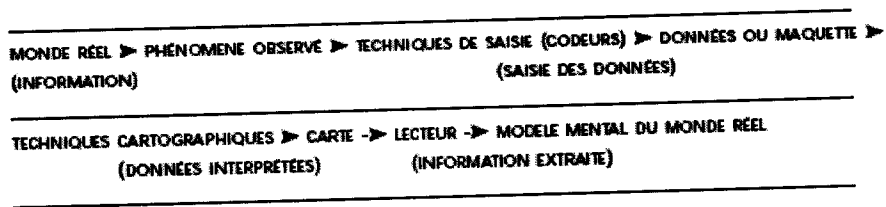


Figure 1.3 : Phénomène géographique

Développons rapidement ce processus :

Le Monde réel n'a d'existence que pour autant que l'observateur est capable de l'appréhender par ses sens et son intellect pour formuler une « *représentation* » des phénomènes c'est-à-dire définir au niveau qualitatif, quantitatif et temporel un état observable.

Cet observateur, généralement un spécialiste, mettra en oeuvre des techniques de saisie (systèmes de codage) adaptées à la nature des phénomènes, qui lui permettront d'acquérir l'information et de la fixer sur un support (papier, magnétique, photosensible, CD, etc...).

Selon le système de codage choisi et son niveau de discrimination, les données brutes seront directement exploitables par le cartographe ou bien devront faire l'objet d'une interprétation préalable par le spécialiste qui pourra alors établir des maquettes.

L'information géographique sous forme de données brutes ou de maquettes est transmise au cartographe qui va l'interpréter grâce aux techniques carto/graphiques et élaborer une transcription graphique accessible à l'utilisateur (on dirait maintenant une « *modélisation cartographique* ») en n'imposant à ce dernier qu'un petit nombre de règles préalables (la légende).

Les techniques cartographiques comprennent :

- L'élaboration des spécifications de la carte au terme de l'analyse puis de la structuration des données et de leur mise en forme en langage graphique.
- L'établissement des méthodes de fabrication.
- puis la production et son suivi jusqu'à la sortie du document.

Enfin le lecteur pourra, en décryptant la carte, extraire l'information et recréer un modèle mental aussi proche que possible du phénomène réel. De la qualité de la carte dépendra la valeur de cette dernière démarche. [IGN]

L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

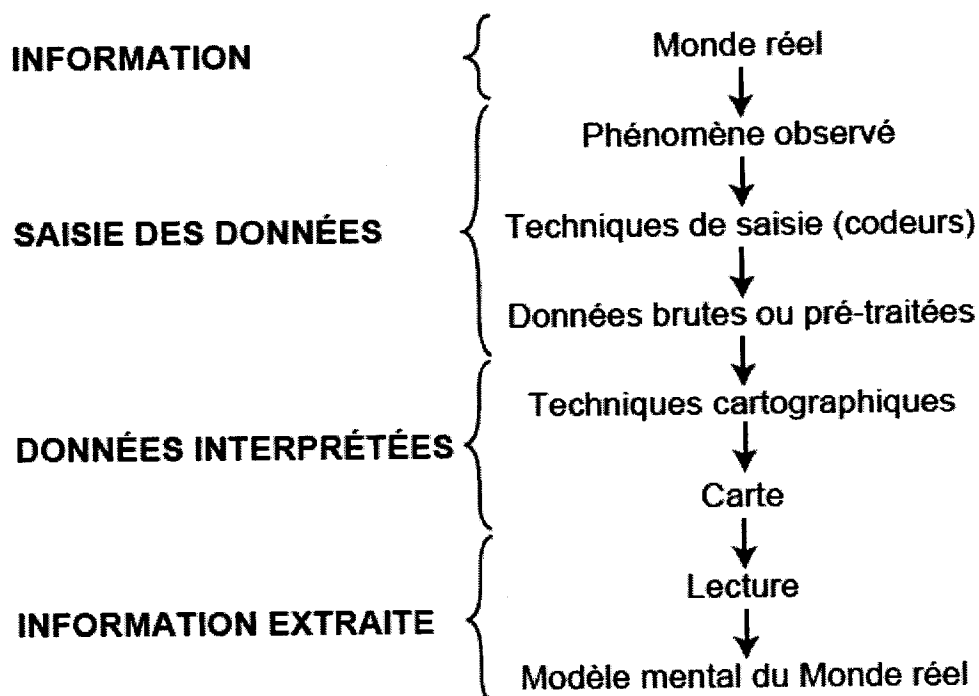


Figure 1.4

**I.3.2. Echelle :**

Rapport de grandeur entre une mesure sur la carte et une mesure réel, une échelle au 120 000 signifie que 1cm sur la carte représente 120 000cm réel soit 1,2km.

**I.3.3. La modélisation cartographique :**

La modélisation de la réalité constitue la première étape de réalisation d'un système d'information. Dans le cas des systèmes d'information géographique, il faut essentiellement prévoir comment les différentes entités seront réparties en couches, par quel type d'éléments graphiques (ou cartographiques) elles seront représentées, et comment elles seront logiquement reliées entre elles.

La modélisation cartographique peut s'appliquer aux couches vectorielles ou matricielles mais est beaucoup plus développée dans le premier cas. Ceci tient au fait que la notion d'objet n'existe pas à proprement parler dans le mode matriciel. Le choix de représentation par un objet cartographique ne se présente donc pas directement. [3]

**I.3.3.1. Notion de couches :**

Une couche est un plan réunissant des éléments géographiques. 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 comme elle peut aussi être vue comme un compartiment logique du système d'information. Chaque couche représente un sous-ensemble " thématique " des informations retrouvées dans le SIG. On dit qu'il s'agit d'un plan car dans la majorité des cas, les données géographiques incorporées dans les SIG sont bidimensionnelles.

Certains systèmes rangent chacune des couches dans un fichier distinct alors que d'autres vont rassembler toutes les couches d'une même base dans un seul fichier. La structuration en couches est associée de près avec le modèle " géo relationnel ". D'autres modes de structuration, notamment les structures de type " objet " fonctionnent de façon légèrement différente.

Quelques exemples de couches :

- la couche des routes
- la couche des rivières
- la couche de l'occupation du sol
- la couche des pentes

[3]

### **I.3.3.2. Quoi mettre sur la même couche :**

#### **I.3.3.2.1. Type d'objet cartographique :**

Plusieurs logiciels ne tolèrent pas que l'on mette plusieurs types topologiques différents sur une même couche. C'est le cas de IDRISI par exemple. Toutefois, beaucoup de SIG permettent de le faire : MapInfo et AtlasGIS sont de ce nombre ce qui implique des problèmes de transcodage entre ces différents logiciels...

La séparation en couches distinctes comportant des types d'objets différents vient du fait que les programmes du dessin des objets géographiques diffèrent. Le traçage d'une ligne n'implique que le dessin de la ligne elle-même tandis que le traçage d'un polygone demande le traçage de la ligne et le remplissage de l'intérieur, ce qui fait appel à un autre sous-programme.

On retrouve aussi sur le marché des produits comportant plusieurs types différents sur la même couche. Par exemple le cas de la couche " Bâtiments " de la Base Nationale de Données Topographiques, qui, dans sa version MapInfo représente les petits bâtiments par des points et les immeubles de plus grande envergure par des polygones. [3]

#### **I.3.3.2.2. Type d'entité :**

De manière générale, on met sur une même couche des entités de même classe, par exemple : toutes les rivières, toutes les limites municipales, tous les conduits d'égoût. Plus précisément, on prévoit une couche par entité géographique.

On ne mettrait jamais par exemple les routes et les rivières sur la même couche. La contrainte vient de ce que les attributs qui caractérisent d'une part les routes ne sont pas les mêmes que ceux qui caractérisent les rivières et que, en général, on associe une couche à une table d'attributs. Afin de démontrer les problèmes résultant d'un tel arrangement.



Exemple : une table d'attributs pour une couche la ou il y a des routes et des rivières

Nom	Numéro	Longueur	Débit	Revêtement
Chaudière		100 km	10000 l/s	
	132	1000 km		asphalte
Nicolet		50 km	30000 l/s	
	202	50 km		gravier

Figure 1.5 : exemple de table d'attributs

À chaque élément (section de route, section de rivière) correspond un enregistrement (une ligne) de la table. Puisque les attributs ne sont pas les mêmes pour l'entité route et l'entité rivière, beaucoup de cellules de la table ne peuvent être remplies. C'est une solution peu pratique et peu rentable en termes d'espace.

La règle à retenir est de ne pas mettre sur une même couche des entités décrites par des ensembles d'attributs différents. Les classes d'entités doivent être assez étroites. [3]

### I.3.3.3. la modélisation cartographique en mode vectoriel :

La modélisation cartographique vectorielle demande que l'on associe un objet graphique, aussi appelé cartographique, à une entité géographique. Un bâtiment peut ainsi devenir un point, une rivière peut devenir une ligne, un lac un polygone, etc.

Exemple : modélisation d'un arbre sur une carte à grande échelle

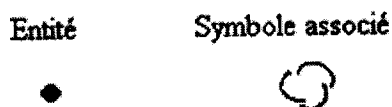


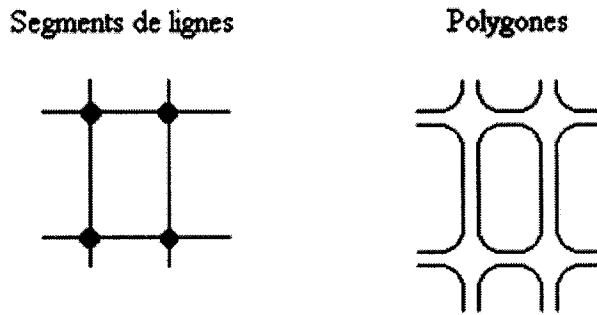
Figure 1.6 : Modélisation d'un arbre

L'entité est un point (auquel on peut rattacher des attributs, comme l'âge, l'espèce, etc.). On lui associe un symbole graphique comprenant trois lignes.

On modélise l'arbre par sa représentation sur la carte : trois lignes courbes. Pour y rattacher des attributs on choisira parfois d'utiliser deux modèles pour représenter un phénomène. Ainsi, une rivière est à la fois un espace dont il faut connaître la configuration spatiale précise, c'est-à-dire le tracé des deux rives (si la rivière est large), mais aussi une voie de navigation dont il importe principalement de connaître les branchements à d'autres voies (autres rivières, fleuve).

Dans ce cas, on mettra un modèle plus " graphique " sur une couche et un modèle plus " topologique " sur une autre couche. Chaque représentation a donc une fonction différente. Cette structuration facilitera l'utilisation de l'information. Il faut savoir de plus que les échanges entre les SIG, souvent compliqués par les différences de structures et de formats, peuvent être carrément impossibles à cause des différences dans la modélisation des entités.

**Exemple :** modélisation des rues



**Figure 1.7 : Modélisation des rues**

Dans le premier cas, les rues sont représentées explicitement par des segments de lignes qui forment des intersections à leur jonction. Dans le second cas, les rues apparaissent parce que les îlots urbains ont été modélisés par des polygones : bien que les rues aient été, par défaut, numérisées, il est impossible de leur rattacher des attributs parce qu'elles n'existent pas en tant qu'entités. [3]

#### I.3.3.1. Les éléments vectoriels :

Les objets définis par le "Standard for Digital Cartographic Data" de l'American Congress on Surveying and Mapping sont représentés comme suit (Nous y ajouterons par la suite des objets retrouvés dans certains systèmes répandus) :

##### 1. Les objets à 0 dimensions :

- Le point d'entité : un point utilisé pour identifier la localisation d'éléments ponctuels comme des tours, bâtiments, etc.,



**Figure 1.8 : exemple de point d'entité**

- Le point étiquette : un point pour afficher du texte, pour l'identification de l'élément, ex. le nom d'une localité.

⊙ Montréal

**Figure 1.9 : exemple de point étiquette**

- Le point de surface : un point à l'intérieur d'un polygone qui indique un attribut de ce polygone.

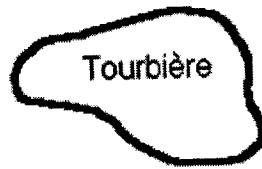


Figure 1.10 : exemple de point de surface

- Le point topologique : une jonction topologique entre deux segments ou un simple point terminal. On appelle ce type de point un " noeud ".

[3]

## 2. Les objets à 1 dimension :

. *Ligne*: objet à une dimension qui représente un élément linéaire ou le contour d'un polygone.

. *Les types de lignes*:

- Segment de ligne : une ligne directe entre deux points



Figure 1.11 : Segment de ligne

- Corde : une séquence de segments; une corde ne possède pas de noeud ni d'identificateurs gauche-droite et ne peut s'intersecter elle-même ni croiser d'autres cordes.



Figure 1.12 : ligne Corde

- Arc : emplacement de points qui forment une courbe qui est définie par une fonction mathématique.



Figure 1.13 : ligne arc

- Lien : connexion entre deux noeuds, frontière.



Figure 1.14 : ligne de lien

- Lien directionnel : semblable au lien mais comprenant une direction.



Figure 1.15 : lien directionnel

- Chaîne : séquence directionnelle de segments ou arcs de ligne qui ne s'intersectent pas avec des noeuds à chaque terminaison et avec référence aux polygones de gauche et de droite optionnelle.



Figure 1.16 : ligne chaîne

- Chaîne complète : elle comprend des identificateurs pour les polygones de gauche et de droite et pour les noeuds.

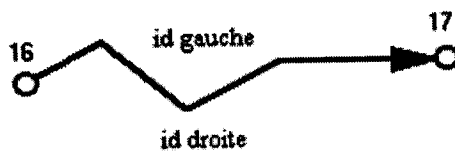


Figure 1.17 : ligne chaîne complète

- Chaîne de surface : elle comprend des identificateurs pour les polygones de gauche et de droite mais pas pour les noeuds.

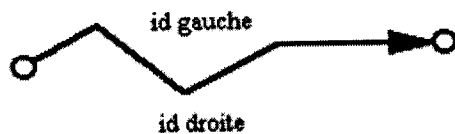


Figure 1.18 : ligne chaîne de surface

- *Chaîne-réseau* : elle comprend des identificateurs pour les noeuds mais pas pour les polygones de gauche et de droite.



Figure 1.19 : ligne chaîne réseau

- Anneau : séquence de chaînes, cordes, liens ou arcs qui ne s'intersectent pas, avec fermeture (représentent une frontière close mais pas la surface délimitée)

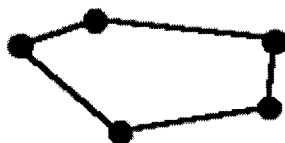


Figure 1.20 : ligne d'anneau

[3]

**3. Les objets à 2 dimensions :**

- Aire: objet bidimensionnel borné qui inclut ou non ses frontières.
- Polygone: aire formée d'une surface intérieure, d'un anneau extérieur et qui peut comporter plusieurs anneaux intérieurs qui ne se croisent pas et qui ne s'imbriquent pas.

**Polygone simple**



**Polygone complexe**



Figure 1.21 : Polygone simple/polygone complexe

[3]

**4. Autres objets :**

B-splines et courbes de Bézier : modélisation d'une courbe par une équation, i.e. une polynomiale de degré  $n$ ; le terme " spline " tire son origine des règles flexibles de bois qu'on utilisait pour tracer au crayon des courbes continues reliant des points. Il est intéressant de noter que la théorie de l'élasticité mécanique montre que les courbes ainsi obtenues sont semblables aux polynomiales cubiques composées. Les B-splines sont des cas particuliers des splines. Ils ont l'avantage de représenter l'information de façon précise et concise. On doit toutefois les évaluer.

[3]

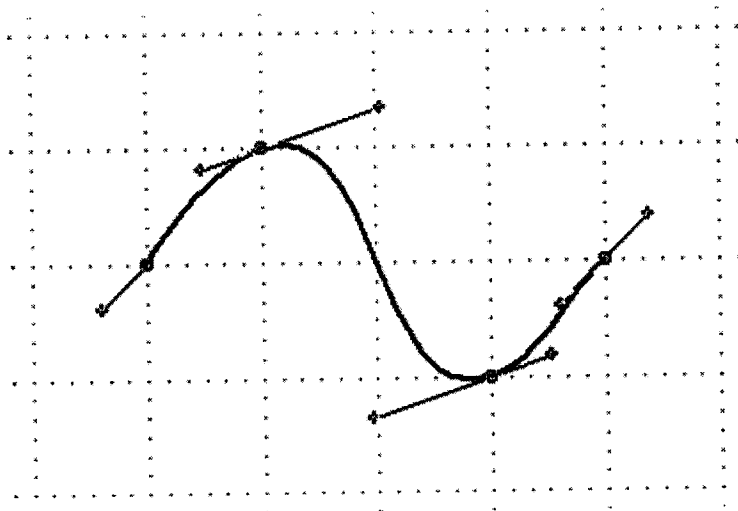


Figure 1.22 : Courbes reliant des points

### I.3.3.4. La modélisation cartographique en mode matriciel (raster) :

La modélisation en mode matriciel procède d'une toute autre façon que celle en mode vectoriel

#### I.3.3.4.1. Notion d'objets et de pixels :

Une matrice est normalement formée d'éléments de forme et de taille uniformes appelés pixels. Les points, lignes et polygones sont toujours représentés par des surfaces. C'est le fait de visualiser la matrice qui peut nous renseigner sur le type topologique des différentes entités. Une ligne sera par exemple un long groupe de pixels très étroit.

En résumé, on retrouve simplement des groupes de pixels contigus ayant les mêmes valeurs. Les pixels qui ne correspondent à aucune entité portent souvent zéro comme valeur. Ils sont toutefois présents dans la matrice et occupent le même espace géographique et informatique.

[3]

#### I.3.3.4.2. Couche-identifiant :

Les couches matricielles sont composées de pixels qui sont simplement des valeurs numériques. La plupart du temps, ces valeurs reflètent la classe du pixel (par exemple : le type du sol) ou l'envergure d'un phénomène (par exemple la pente). On ne présente pas, comme c'est le cas du côté des vecteurs, les identifiants et les coordonnées d'une part, et les identifiant et les attributs d'autre part. On présente seulement les attributs.

Dans le cas où plusieurs attributs sont rattachés à des entités géographiques, il peut être utile de créer d'abord une matrice d'identifiant et, à partir d'une table d'attributs, créer des matrices contenant les valeurs d'attributs.

**Exemple :** Créer un ensemble de matrices contenant des attributs se rattachant aux secteurs de recensement.

Créer d'abord une matrice-identifiant contenant les numéros des secteurs de recensement et ensuite produire des matrices pour l'âge moyen et le pourcentage de francophones par secteur de recensement à l'aide d'une table d'attribut.

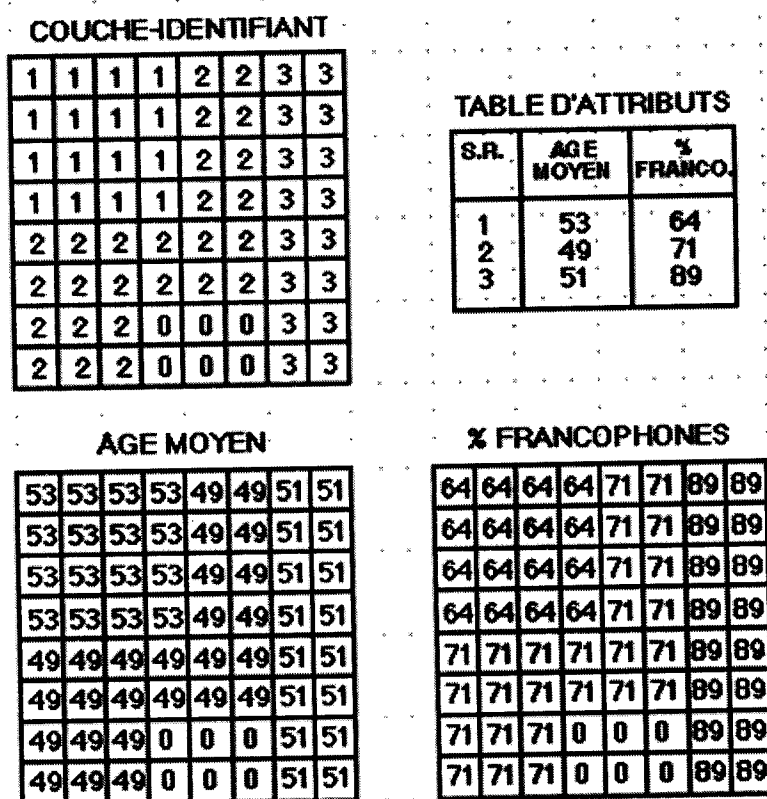


Figure 1.23 : Exemple d'un ensemble de matrices

À la lumière de cet exemple, la modélisation matricielle consiste simplement à prévoir une couche par type d'entité et de fournir la liste des attributs. [3]

#### I.4. La structuration vectorielle et la structuration matricielle des données :

##### I.4.1. La structuration vectorielle :

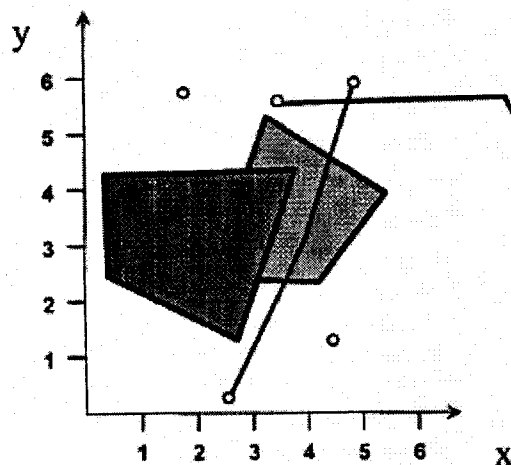
Nous connaissons la plupart du temps le format vectoriel d'échange en ASCII (par exemple DXF d'AutoCad, MIF de MapInfo, e00 de Arc/Info, etc.) mais pas le format, habituellement binaire, dans lequel les fichiers sont manipulés par le logiciel. [3]

##### I.4.1.1. Spaghetti :

On appelle modèle de données "Spaghetti" une structuration des données qui considère les objets de différents types (points, lignes, surfaces) comme isolés et n'entretenant aucune relation. Le format spaghetti désigne en fait l'absence de structuration logique. Les données vectorielles se présentent telles que numérisées. Les lignes qui se croisent ne comporte habituellement pas de noeuds à leur intersection et les polygones ne sont souvent que des lignes traçant les contours.

La structuration spaghetti n'est que du dessin cartographique et se prête très mal au jumelage à une base d'attribut ou à l'analyse spatiale.

**Exemple :**



**Figure 1.24 : Exemple de modèle spaghetti**

Les requêtes croisées sur ce modèle d'abstraction ne peuvent pas être efficaces (rapides). Connaître les régions voisines du Languedoc nécessite de versifier polygone par polygone la position de toutes les autres régions.

Les données vectorielles en format ASCII, de structure spaghetti ou autre, se présentent souvent de la façon suivante :

```
Identifiant (nombre de coordonnées)
Coordonnée X   Coordonnée Y
```

Il arrive parfois que les polygones soient représentés par une suite de coordonnées dans laquelle la dernière est la répétition de la première, pour "boucler la boucle" (c'est le cas par exemple de MapInfo et Idrisi).

Certain logiciels (entre autres ARC/INFO et Modèle) permettent de passer automatiquement ou semi-automatiquement d'une structuration " spaghetti " à une structuration topologique. [6]

#### **1.4.1.2. Topologique :**

La structuration topologique implique dans la plupart des cas trois types d'objets :

- les points ordinaires (coordonnées X,Y sans signification topologique, la gestion de ces coordonnées varie selon chaque logiciel).
- les noeuds (se trouvent à l'intersection des lignes qui se croisent) et leur identifiants
- les identifiants des polygones de droite et de gauche.



Consiste à travailler sur une structuration plus complexe où les surfaces sont délimitées par des segments : - un segment par deux noeuds extrémités,  
- plusieurs sommets et/ou deux segments ne pourront se croiser que sur un noeud.

Exemple :

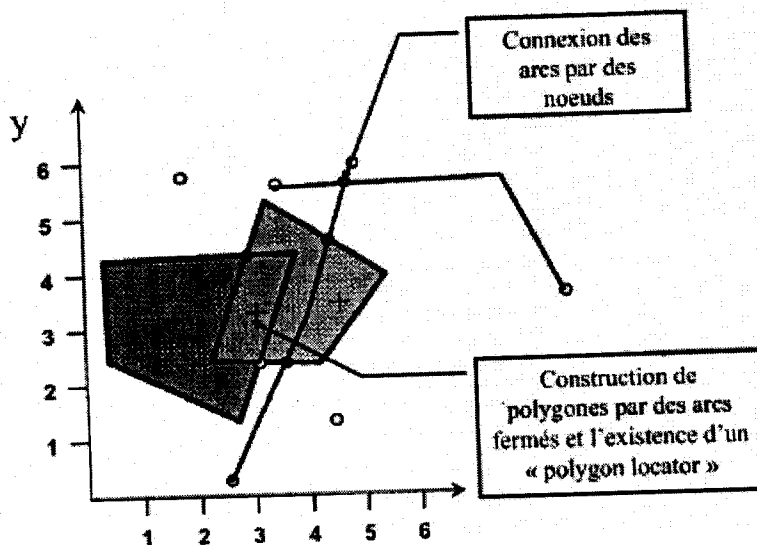


Figure 1.25 : Exemple de modèle topologique

Dans notre exemple deux régions sont délimitées avec une frontière commune et chaque objet étant en relation avec ses voisins. Cette modélisation améliore considérablement l'interrogation des données. Il devient aussi possible de donner un ordre aux noeuds dans un chemin et par exemple de conserver le sens des flux dans un cours d'eau. Par contre la numérisation est plus contraignante. [6]

#### 1.4.1.3. Représentation des îlots :

Les îlots sont des polygones qui comportent des trous. Plusieurs stratégies sont utilisées pour les représenter, l'usage de pointeurs est sûrement la plus répandue. On voit quelque fois aussi l'usage d'un nombre négatif pour l'identifiant du polygone intérieur :

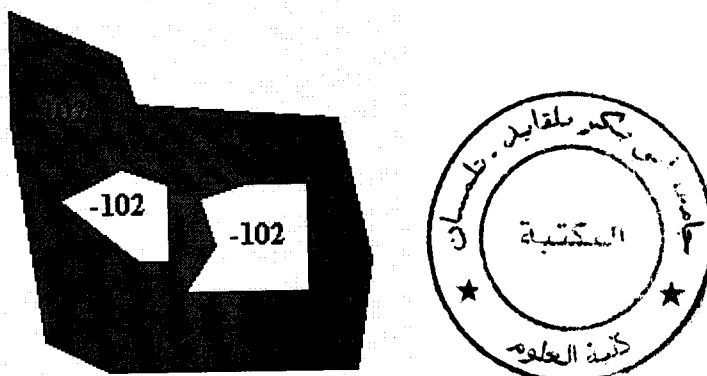


Figure 1.26 : exemple d'un îlot



Ce qui peut donner la structure suivante dans un fichier vectoriel "texte" :

```
102
x y
x y
x y
-102
x y
x y
x y
x y
-102
x y
x y
x y
```

La représentation des îlots ne pose habituellement pas de problème. [3]

#### I.4.1.4. Représentation des polygones complexes :

Les polygones complexes sont en fait des regroupements de polygones (par exemple un archipel). Une façon simple de les représenter est d'assigner à chacun des "morceaux" un même identifiant. Les polygones complexes sont un cas particulier des objets complexes (des assemblages de plusieurs objets atomiques du même ou de plusieurs types (point, ligne, polygone, etc.)). [3]

#### I.4.2. La structuration matricielle (raster) :

Que ce soit dans les arts ou les sciences, on retrouve dans les moyens de représentation de la réalité, l'expression de deux modèles : le continu et le discret.

L'image projetée sur la rétine est décomposée en "pixels" (cônes et bâtonnets) mais est représentée après un certain nombre de traitements par des lignes. Il s'agit de modes d'observation et de représentation et non de modes d'explication. Les deux modèles se côtoient donc dès qu'il s'agit de représenter la réalité. La géographie et la cartographie n'échappent pas à cette dualité.

La carte traditionnelle est une représentation vectorielle de la réalité. Elle montre les surfaces principalement en traçant les lignes qui les contiennent. Il faudra attendre les années soixante pour voir apparaître les premières cartes matricielles. Ce nouveau modèle appelle des structures et des méthodes de traitement entièrement différentes. [3]

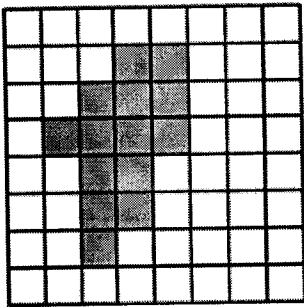
##### I.4.2.1. Types de matrices :

L'espace est découpé selon une grille régulière de taille prédéterminée. A chaque maille est attribuée une valeur numérique et une seule, pouvant correspondre à une mesure (pollution, altitude), à une catégorie (type de végétation) ou à l'identifiant d'un objet (numéro d'une école, d'une commune, d'une route...) À voir comme une carte quadrillée ou chaque unité de quadrillage (pixel) est associé à une valeur (couleur). Ces valeurs sont stockées dans une table attributaire qui permettra de lire notre raster et d'y donner un sens. [3]

On retrouve plusieurs types de maillage :



I.4.2.1.1. Carré :



Il sert à représenter aussi bien des variables continues (pente, drainage, etc.) que discrètes (utilisation du sol, type de forêt, etc.).

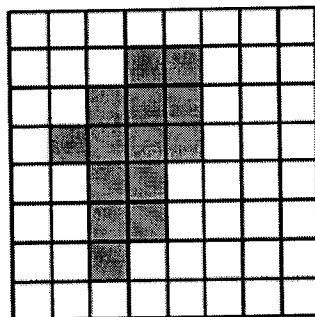
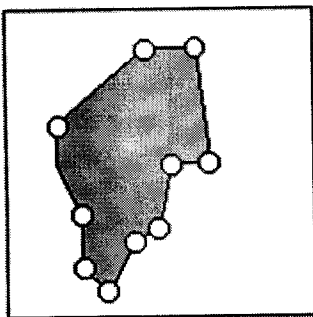
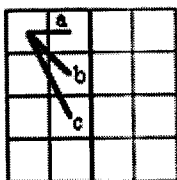


Figure 1.27 : Maillage carré

Il est à l'origine des structures les plus simples. Il est caractérisé par des distances variables entre le centre de deux cellules voisines selon l'angle, ce qui peut occasionner certaines complications.



$$a=1, b=\sqrt{2}, c=\sqrt{5}, \text{ etc.}$$

Ce type de maillage a l'avantage d'être identique à celui des écrans vidéo. Il y a de plus une concordance entre sa structure et celle d'une mémoire vidéo. Il est donc idéal pour les représentations graphiques sur écran vidéo. [3]

#### I.4.2.1.2. Triangulaire :

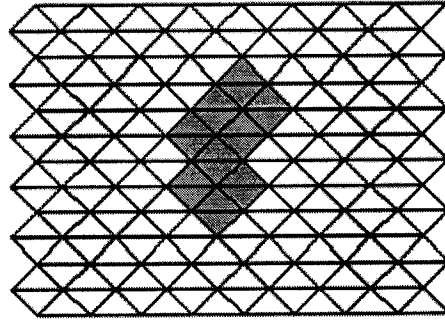


Figure 1.28 : Maillage triangulaire

Le maillage triangulaire qui pour la plupart des applications n'est jamais utilisé est toutefois très populaire pour la représentation du relief. Chaque triangle qui compose le réseau n'a ni la même forme ni la même dimension que ses voisins. On associe à chaque point une coordonnée  $x$ ,  $y$ ,  $z$  et à chaque facette, une liste d'attributs pouvant comprendre surface, orientation, etc... [3]

#### I.4.2.1.3. Hexagonal :

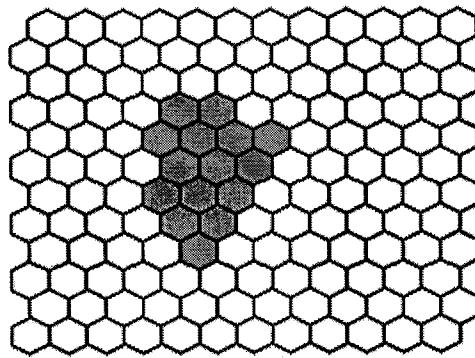


Figure 1.29 : Maillage hexagonal

Ce type de maillage s'applique comme le précédent sauf que la distance entre le centre des cellules voisines est constante.

I.4.3. Comparaison des deux modèles vecteur et raster :

<i>Modèle vectoriel</i>	<i>Modèle matriciel</i>
x, y définissent points, vecteurs et surfaces.	i, j définissent une cellule qui représente toujours une surface
La résolution dépend du nombre de décimale	La résolution dépend de la taille de la cellule
La topologie est représentée implicitement ou explicitement	La topologie est toujours représentée implicitement
Les attributs sont rattachés aux entités	Les attributs sont rattachés aux cellules
La qualité graphique est indépendante de l'échelle de représentation	La qualité graphique est dépendante de l'échelle de représentation
Les opérations portant sur les points et les lignes sont faciles (système de projection, calcul de périmètre)	Les opérations sur les surfaces sont faciles (calcul d'aire, superposition de couches)
<p><u>Avantages :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- logique naturelle de gestion par objet</li> <li>- qualité de cartographie</li> <li>- interfaces simplifiée avec les bases de données</li> <li>- stockage peu volumineux</li> <li>- Adapté quand on a de multiples attributs décrivant les mêmes couches d'entités géométriques</li> </ul> <p><u>Inconvénients :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- logiciels très sophistiqués</li> <li>- difficiles à gérer les données à variation spatiale continue</li> </ul>	<p><u>Avantages :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- simplicité</li> <li>- plus faible coût des logiciels</li> <li>- intègre facilement les images scannées et images satellitaires</li> <li>- Adaptés quand on a de multiples couches d'entités géométriques, avec peu d'attributs associés à chaque couche</li> </ul> <p><u>Inconvénients :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- taille des fichiers</li> <li>- cartographie peu agréable</li> <li>- résolution à fixer a priori</li> </ul>

Figure 1.30 : Tableau de comparaison entre vecteur et raster

Mode vecteur : [6]

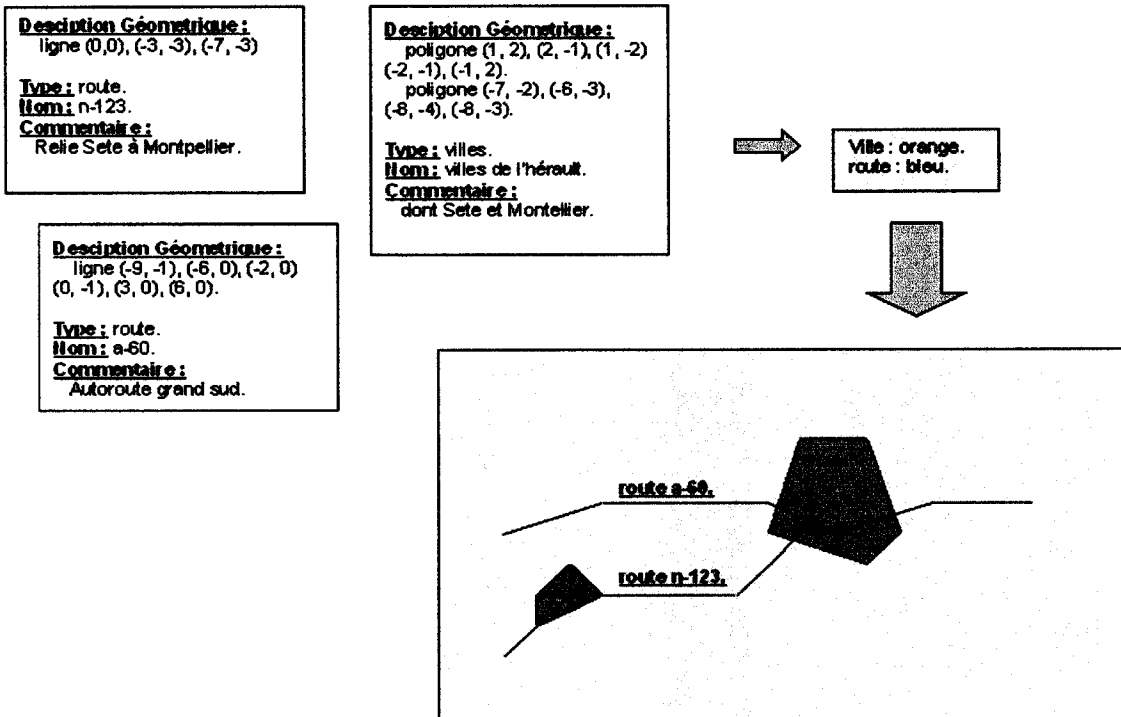


Figure 1.31 : Exemple de mode vecteur

Mode matriciel : [6]

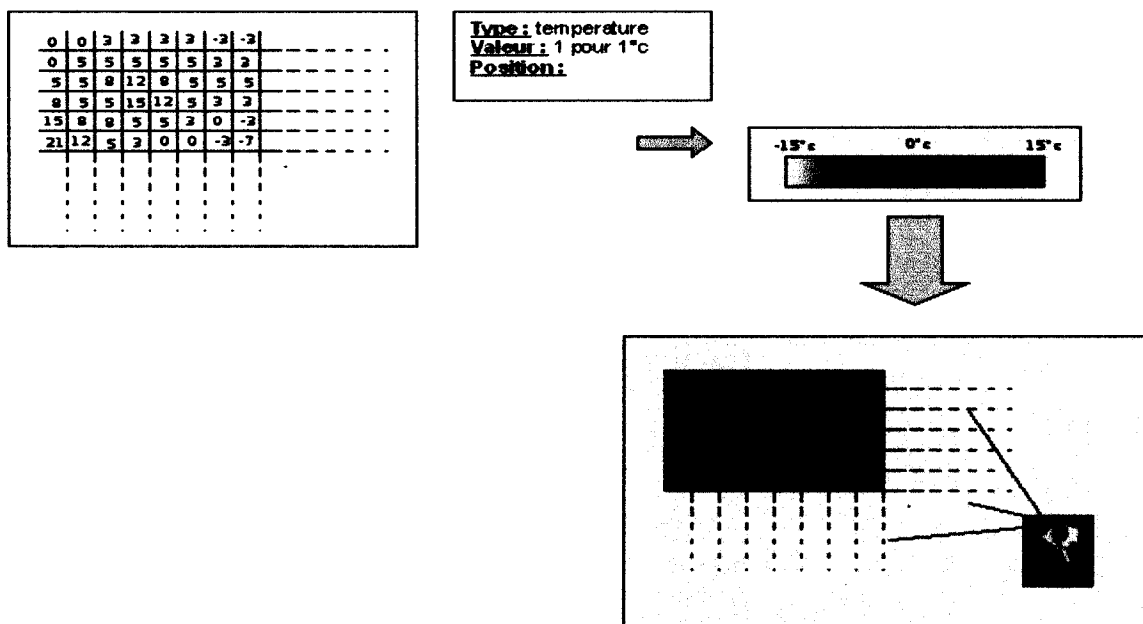


Figure 1.32 : Exemple de mode matriciel

### **I.5. Types de modélisation:**

On a choisi deux types de modélisation parmi d'autres :

#### **I.5.1. Modélisation entité-relation :**

La modélisation entité-relation consiste à schématiser la portion du monde réel qui sera représentée dans une base de données. On y voit principalement les entités (par exemple : personne, bâtiment) et des relations entre entités (par exemple personne possède bâtiment).

La modélisation se traduit par un schéma conceptuel. La modélisation est un outil de conception de même qu'un outil de communication. La modélisation comporte les avantages suivants :

- La distinction entre le niveau conceptuel et le niveau "implantation" rend le travail de conception plus simple et plus clair.
- La modélisation conceptuelle n'est pas entravée par les limites du SGBD sur lequel la base de donnée sera implantée.
- Le schéma conceptuel est plus stable que la structure d'une base de données, qui changera lorsqu'on transfère les données d'un système à un autre.
- Le schéma entité-relation peut être plus aisément compris que la structure des données par quelqu'un qui connaît peu les systèmes d'information.
- Le perfectionnement de la base de données par un nouvel intervenant est facilité par le schéma conceptuel.

La modélisation objet qui a évolué vers UML, montre un lien de parenté avec la modélisation entité-relation. La maîtrise de la modélisation entité-relation facilitera donc l'apprentissage des autres méthodes. [3]

##### **I.5.1.1. Des définitions des éléments fondamentaux :**

###### ***Entité***

Objet pourvu d'une existence propre et conforme à la fonction occupée par l'objet dans le système d'information.

###### ***Relation***

Association fonctionnelle entre deux entités.

###### ***Attribut***

Donnée élémentaire sur une entité ou une relation.

###### ***Relation binaire***

Relation entre deux entités

###### ***Généralisation et spécialisation***

La généralisation est une relation exprimant qu'une entité est un sous-type d'entité ou qu'une entité est une généralisation de plusieurs types de sous-entités.

La spécialisation représente la démarche inverse de la généralisation.

[3]

##### **I.5.1.2. Connectivité et cardinalité :**

La connectivité renseigne sur le nombre d'occurrences de part et d'autre d'une relation. Les valeurs de connectivité sont :



- un-à-un (1,1)
- un-à-plusieurs (1,N)
- plusieurs-à-plusieurs (N,M)

La cardinalité renseigne sur le nombre précis d'occurrence de part et d'autre d'une relation. On distingue la cardinalité minimum et la cardinalité maximum. Lorsqu'elle est indéfinie on la désigne par la lettre N. [3]

#### **I.5.1.3. Le schéma conceptuel :**

Le schéma conceptuel permet d'exprimer les relations entre entités situées sur des couches différentes.

La construction du schéma conceptuel comporte normalement les étapes suivantes :

- Définir les objectifs
- Analyser la réalité
- Tracer le schéma conceptuel

[3]

#### **I.5.2. Modélisation objet et UML :**

Comme la conception d'un SIG amène souvent la conception d'algorithmes de traitement des données, il peut être utile et nécessaire de schématiser les traitements et les flux de données en plus de l'état statique des données. Par ailleurs, la conception de logiciel est aujourd'hui effectuée dans le paradigme orienté-objet. Cette conjoncture a amené certaines compagnies à redéfinir leur conception logique des données tout en modifiant également leur approche à la programmation.

Le standard aujourd'hui le mieux établi se nomme *Unified Modeling Language* (UML). Ce langage très riche permet de modéliser les données, les flux, les événements, etc. [3]

#### **I.6. Applications des SIG :**

En raison de leurs polyvalences les SIG ne se prêtent pas à une description exhaustive de leurs applications. Néanmoins deux approches peuvent être suivies :

##### **I.6.1. Approche territoriale :**

Du niveau communal jusqu'au niveau mondial. [5]

##### **I.6.1.1. Les communes et les villes :**

Historiquement, les villes ont été les premières à se doter de SIG. On peut distinguer au sein de ces SIG urbains, trois fonctions principales : la localisation des objets et des événements, l'aide aux interventions opérationnelles sur le terrain et les études (planifications, projets, simulations).

[5]

##### **I.6.1.2. Les départements :**

De nombreux conseils généraux, dans le cadre de leurs compétences territoriales, ont recours à des SIG. Concernant les SIG destinés à la gestion du territoire en tant que tel, la plupart des conseils généraux se sont dotés de la BD CARTO comme référentiel géographique de base.



Parmi les applications visées, figurent notamment :

- la gestion du patrimoine foncier,
- la gestion des transports départementaux,
- etc...

[5]

#### **I.6.1.3. Les régions :**

Les SIG régionaux correspondent, par vocation, à une vision plus synthétique des territoires. Ils peuvent servir notamment à la mise en place d'observatoires régionaux sur l'environnement, l'eau, l'assainissement, etc... [5]

#### **I.6.1.4. Le niveau national :**

À de rares exceptions près, il n'existe pas de SIG national gérant l'ensemble des objets et phénomènes localisés au niveau d'un Etat tout entier. Les SIG nationaux sont surtout le fait de petits Etats comme le Danemark (SIG basé sur le cadastre). Les SIG nationaux les plus nombreux sont des SIG sectoriels : gestion des forêts en Suède, intervention de la police en Norvège, etc...

[5]

#### **I.6.1.5. Le niveau mondial :**

Sur le plan mondial, les réalisations sont plus rares, elles relèvent surtout de l'ONU. Exemple : programme des Nations-Unies pour l'environnement (PNUE). [5]

### **I.6.2. Approche par domaine d'application:**

#### **I.6.2.1. La gestion des réseaux :**

Les transports (on peut mentionner les SIG gestionnaires de transport de passagers), les télécommunications : le recours au SIG en matière de télécommunication a pour objectifs d'automatiser la documentation sur les réseaux, de mieux adapter l'offre de services aux besoins de la clientèle, les réseaux de distribution (eau, gaz, électricité...) : c'est les plus importantes réalisations concernent les réseaux des villes, elles permettent notamment d'intervenir pour les branchements, de maintenir le réseau ou d'intervenir rapidement en cas d'incidents. [5]

#### **I.6.2.2. L'équipement et l'aménagement du territoire :**

Des SIG permettent l'établissement de schémas directeurs ou la gestion des plans d'occupation des sols. [5]

#### **I.6.2.3. L'agriculture :**

De nombreuses applications comme la maîtrise des pollutions agricoles, prévention des incendies et des inondations,... [5]

#### **I.6.2.4. L'environnement :**

Les SIG de ce domaine s'intéressent surtout aux questions de l'eau (SIG des Agences de l'eau), des déchets et de la pollution ainsi que des espaces "naturels" (parcs naturels). [5]

**I.6.2.5. Les risques naturels ou technologiques et la sécurité civile :**

La lutte contre les risques majeurs et la gestion des moyens d'intervention en cas de crise font de plus en plus appel à la technique des SIG : localiser les sinistres, alerter, évaluer les dégâts,... [5]

**I.6.2.6. La géologie et les matières premières :**

En termes d'applications, les domaines abordés concernent notamment la gestion et la protection des nappes souterraines et la recherche de gisements d'hydrocarbures. [5]

**I.6.2.7. L'hydrographie et l'océanographie :**

On peut citer les SIG facilitant la gestion des équipements des grands ports ou l'aménagement des espaces côtiers. [5]

**I.6.2.8. La démographie la socio-économie et la santé :**

Ce type de SIG qui comporte une base de données sur les ménages, peut permettre de redéfinir les circonscriptions électorales, de localiser de façon automatique les commerces ou équipements dans une ville donnée ou de surveiller la propagation de maladies infectieuses. [5]

**I.6.2.9. Le géomarketing :**

Un premier domaine d'application est celui des services financiers qui utilisent des informations socio-économiques, souvent à caractère géographique : localisation de clients, profils des revenus, des biens immobiliers,... [5]

**I.6.2.10. Le tourisme :**

Où les entrepreneurs cherchent à optimiser l'implantation des futures installations. [5]

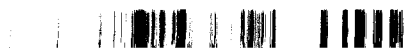
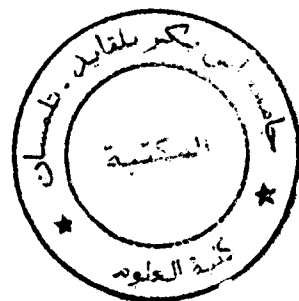
**I.7. Les webSIG :**

Le terme de WebSIG s'emploie pour désigner des cartographies géoréférencées et dynamiques qui sont consultables sur intranet ou internet par plusieurs personnes simultanément, à l'aide d'un simple navigateur.

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

***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.***

***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.***



**Chapitre**

**7**

***Description des sites touristiques  
Google Maps  
Et  
MapInfo***

*Les domaines d'application des SIG sont divers, ils sont ainsi au cœur de l'analyse du phénomène touristique sur le web. Dans ce chapitre on va citer une brève vue de ce phénomène tout en présentant par la suite les deux outils importants de notre projet, le service Google Maps et le logiciel de cartographie MapInfo.*

## **Partie 1 :**

### **Les sites touristiques**

#### **II.1.1. Le tourisme en général:**

##### **II.1.1.1. L'histoire du tourisme dans le monde :**

Jusqu'au début du XXe siècle le Tourisme n'est réservé qu'à une petite catégorie de voyageurs privilégiés. Durant cette période on voyage lentement en admirant la beauté des sites et les richesses artistiques.

C'est au XVIIIe siècle que naît le Tourisme. Sa naissance coïncide avec l'avènement de la « Révolution industrielle » en Angleterre. Les anglais en furent tout naturellement les initiateurs. L'ampleur de ce mouvement doit être mise en parallèle avec une modification radicale de la sensibilité dans les sociétés occidentales.

L'explosion des temps de détente et de loisirs que représente l'essor spectaculaire du Tourisme de masse dans la deuxième moitié du XXe siècle transforme de manière radicale et définitive les formes du Tourisme.

Trois périodes dans l'histoire du Tourisme de masse dans les pays industriels : - le "quantitatif-roi" (1950-1975) " C'est l'ère du Tourisme indifférencié pour tous : le prototype en sont les vacances d'été

Une seconde période débute dans les années 1970-1975 jusqu'en 2000 environ : c'est celle de l'irruption du qualitatif au cours de laquelle la recherche de la qualité l'emporte sur la quantité du fait de la plus grande diffusion de l'information.

La troisième période qui s'ouvrirait aujourd'hui serait celle d'un "Tourisme diversifié de masse". L'urbanisation galopante, la place prépondérante des loisirs dans la vie des individus, la recherche accrue de la qualité, voire du luxe, l'individualisme, le poids sans cesse croissant des médias, ... susciteraient le développement d'une demande plus diversifiée, plus soucieuse de sécurité, plus attentive à l'environnement. [7]

##### **II.1.1.2. Définition du tourisme :**

Selon l'Organisation Mondiale du Tourisme, le tourisme correspond aux « activités déployées par les personnes au cours de leurs voyages et de leurs séjours dans les lieux situés en dehors de leur environnement habituel pour une période consécutive qui ne dépasse pas une année, à des fins de loisirs pour affaires et autres motifs ». L'Organisation Mondiale du Tourisme définit donc le tourisme du côté de la demande.

##### **II.1.1.3. Le but du tourisme :**

Le but du tourisme est de développer et de gérer les activités touristiques de manière à conserver le caractère du lieu visité, d'apporter des bénéfices concrets aux communautés locales tout en préservant les ressources et les attractions qui rendent l'endroit attrayant pour les visiteurs, comme pour ses habitants.

#### **II.1.2. Le tourisme à Tlemcen :**

Tlemcen est une ville riche en art et en histoire, pour cela notre travail consiste à réaliser, grâce à un système d'information géographique la superposition de sources cartographiques variées couvrant les sites touristiques de la ville à visiter.

### II.1.2.1. Aperçu historique de Tlemcen :

Situé à 850m d'altitude, jouissant d'un climat tempéré, Tlemcen (en berbère les sources d'eau douce) offre des richesses naturelles très diversifiées. L'occupation humaine de Tlemcen et sa région eût lieu dès la nuit des temps.

- Après une période préhistorique, une période Numide (le règne du roi berbère Syfax à Siga).
- la période romaine (Tlemcen = Pomaria les Vergers) de 32 à 430 après J.C et la période de Vandale et Byzantine.
- La période islamique à partir du 7eme siècle (en 671, occupation permanente du Maghreb par les arabes, en 675 conquête musulmane atteint Tlemcen, et en 790 occupation de Tlemcen par les Idrissides de Fès).
- Période Almoravide en 1079 avec Youcef Ibn Tachfine et son fils Ali Ben Youcef, suivie de la période Almohade en 1143 par Abdelmoumène Ben Ali.
- Du 13eme au 16eme siècle Tlemcen connaît une période faste sous la prestigieuse dynastie des Zianides. Tlemcen est alors capitale du Maghreb central, avec Yaghmoracen le fondateur de la dynastie, Abou Saïd Othman, Abou Ziane 1<sup>er</sup>, et Abou Tachfine. L'ensemble des administrations et bâtiments officiels est édifié au niveau du Mechouar (vaste quadrilatère du centre ville entouré d'imposantes murailles).  
La fonction culturelle se précise et de nombreux monuments sont construits ; l'activité scientifique grâce à la fois à la renommée de nombreux savants et lettrés et aussi au mécénat de certains princes.  
La capitale devient un grand centre commercial avec un quartier franc El Kessaria. De même, la ville accueille les musulmans d'Andalousie et les Israélites expulsés d'Espagne.  
Pendant cette période la ville fut assiégée à deux reprises par ses voisins de l'Ouest, les mérinides qui y édifièrent les mosquées de Sidi Boumédiène, Sidi Haloui, la mosquée et le palais de la victoire à Mansourah.
- Du 16eme au 19eme siècle se situe la période Turque avec Aroudj (Barbe rousse) suivi l'époque de l'Emir Abdelkader.
- La période coloniale en 1842 (occupation définitive de Tlemcen par les français) et se termine en 1962.
- De 1962 à ce jour l'extension est prodigieuse avec le développement d'une zone industrielle et d'une zone semi industrielle.

### II.1.2.2. Citation de quelques sites touristiques de la ville de Tlemcen :

Avant de passer à l'étape de géoréférencement de la carte géographique de la ville de Tlemcen offerte par Google Maps dans les chapitres qui suivent voici quelques sites touristiques :

- **La grande mosquée** : située en plein centre ville elle fut édifiée au 12eme siècle par Ali Ben Youcef.
- **Le Mihrab de La grande mosquée** : c'est la niche ou se tient l'imam qui dirige la prière.
- **Mansourah** : ville fondée par le sultan Mérinide Abou Yacoub en 1299, lors du siège de la ville de Tlemcen.
- **Le minaret de la mosquée de Mansourah** : D'une prestigieuse sculpture, il s'apparente à la GIRALDA de Séville et à la tour HASSAN de Rabat.
- **Le musée** : Il occupe l'oratoire de Sidi Bel Hassan.
- **Bab El Khamis** : petit monument situé sur la route de Tlemcen.
- **Sidi Bou Ishak Ettyar** : ruines élégantes d'un petit monument construit à l'époque mérinides.

- ***Kouba de Sidi Boumediene*** : il s'agit du Mausolé du Savant mystique très connu Sidi Boumediene né à Séville et mort à Tlemcen. La Kouba fut édifiée par les Almohades, remaniée par les Mérinides, et restaurée par un turc.
- ***Dar El Hadith*** : école fut dirigée par un membre important du mouvement réformiste religieux ou association des Oulémas.
- ***Medersa ou lycée franco musulman*** : fut construite en 1905 dans le style mauresque.
- ***Mosquée de Sidi El Haloui*** : edifiée par le Sultan Mérinide Abou Inane Farés.
- ***Tombeau de la princesse*** : Edifié en 12eme siècle par les Almoravides.
- ***Tombeau du Rab*** : Le rab Ephraïm Enkaoua échappé à l'inquisition en Espagne dont ses parents ont été victimes.
- ***Les gorges d'El Ourit*** : site naturel.
- ***Plateau de Lalla Setti***  
.....etc

## **Partie 2 :**

### **Google Maps**

#### **II.2.1. L'apparition de Google Maps :**

C'est un service gratuit de carte géographique et de plan en ligne. Le service a été créé par Google. Il s'agit d'une forme de géoportail. Lancé en 2004 aux États-Unis et au Canada et en 2005 en Grande Bretagne (sous le nom de Google Local), Google Maps a été lancé jeudi 27 avril 2006, simultanément en France, Allemagne, Espagne, et Italie.

Ce service a ceci de particulier qu'il permet, à partir de l'échelle d'un pays, de pouvoir zoomer jusqu'à l'échelle d'une rue. Deux types de plan sont disponibles : un plan classique, avec nom des rues, quartier, villes et un plan en image satellite, qui couvre aujourd'hui le monde entier.

Ce service est actuellement en bêta test. [8]

#### **II.2.2. La nouveauté de Google Maps :**

GoogleMaps est une application Web recouvrant un outil d'annuaire et des données cartographiques mondiales : <http://maps.google.fr/>.

La base de données de Google Map peut être interrogée comme un service de renseignement classique pour localiser un emplacement, une entreprise, calculer ou itinéraire, ou à l'inverse pour rechercher visuellement des lieux préalablement indexés sur une carte.

La valeur ajoutée de l'outil réside dans le recouvrement carte / annuaire permettant de multiplier les points de vue, la souplesse d'un moteur de recherche à la google (le mot "pizza" entré en lien avec un nom de ville indique immédiatement l'emplacement des restaurateurs de pizza sur une carte) et l'intégration de la technologie ajax rendant réellement efficace les rafraîchissements de pages. Ces caractéristiques n'en font pourtant pas une exception alors que la plupart des services équivalents (PagesJaunes.fr + Mappy) développent des outils allant dans cette direction.

La réelle nouveauté de Google Map réside dans les possibilités de personnalisation et d'intégration de l'outil dans des pages de son propre site Web.

C'est-à-dire une carte dynamique utilisant AJAX peut être intégrée à un corps de page HTML via un simple appel à une API distante. L'affichage de la carte est ensuite géré par l'appel à des fonctions javascript la rendant paramétrable pour différents points :

- coordonnées initiale de la carte affichée
- gestion des barres d'outil
- réponse aux actions utilisateurs
- affichage des marqueurs locaux textuels
- Déplacements de la carte sur des points distincts à intervalles réguliers [E.P]

#### **II.2.3. L'obtention d'une clé Google Maps :**

En ce moment l'API google maps est un service gratuit en version bêta. Google nous donne le droit de commencer à développer des applications avec Google Maps. Notre application peut avoir besoin de code fréquent et les modifications apportées depuis ce produit est toujours dans un format bêta et soumis à des changements dans l'API. Avant de commencer à développer l'application Google Maps on a besoin de créer une clé API. Quand



on s'inscrit pour l'obtenir il faut indiquer un « *web site URL* » qui sera utilisé dans notre développement. [E.P]

#### II.2.4. Documentation Google Maps :

Google fournit également une documentation pour l'utilisation de son produit, y compris la documentation complète sur les classes, les méthodes et les événements disponibles pour le système Google Maps ainsi que le code pour nous aider à démarrer.

Google fournit un blog et des groupes de discussion pour des informations supplémentaires sur l'utilisation de l'API. [E.P]

#### II.2.5. L'API Google Maps :

L'API Google Maps a révolutionné le Web (du moins en partie). L'installation de l'API Google Maps est très simple puisqu'il suffit de demander une clé auprès de Google et d'intégrer l'API dans une page web (html ou autre).

Pour utiliser l'API Google Maps (ou tout autre API cartographique) faut avoir des connaissances en langage Javascript et prendre le temps de parcourir la documentation fournie par Google qui est très complète et bien faite. Il est bien sûr possible de pousser plus avant l'utilisation de cet outil en le liant à ses propres bases de données par exemple ou du matériel GPS et de personnaliser son interface.

Il permet de créer des applications qui sont aussi riches et sensibles que des applications de bureau, mais possédant l'avantage supplémentaire de l'accessibilité du navigateur Web omniprésent.

Notons que l'utilisation de cette API est gratuite à partir du moment où elle est en accès libre et gratuit sur le site web qui l'accueille. Pour les autres cas, il convient de s'adresser directement à Google Maps.

Toutes les applications Google Maps doivent avoir une carte comme affichage objet principal.

Cette carte est représentée dans l'API par le *GMap2* objet. Un certain nombre de contrôles de navigation peut être ajouté à la carte incluant *GLargeMapControl*, *GSmallMapControl*, *GMapTypeControl*, et la nouvelle version *GOverviewMapControl*.

Ces contrôles sont utilisés pour des zooms avant et arrière, permettre l'affichage aérien et photographique, des rues et d'autres informations de base. Ils offrent aussi la possibilité d'inclure une vue d'un ensemble de cartes.

*GMarker* traite un certains types de points géographiques ces points sont représenté par des icônes. On peut utiliser les icônes par défaut fournies par google comme on peut définir nos propres icônes. En règle générale ces marqueurs se reportent à une adresse stockée dans une base de données ou fichier XML. Info Windows sont souvent utilisés en conjonction avec *GMarker* pour afficher des informations sur l'attribut du marqueur. Par exemple dans une propriété l'affichage d'une photo d'une maison avec d'autres détails pertinents comme le prix de vente, superficie, le nombre des chambres...etc. [E.P]

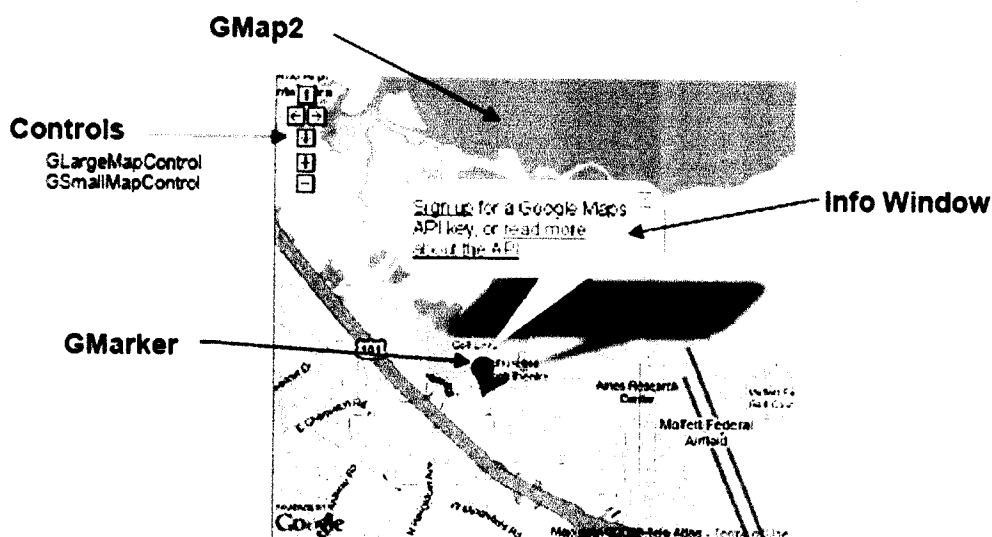


Figure 2.1 : Ensemble des objets de Google Maps

### II.2.5.1. GMap2 :

Bien que l'ancienne classe GMap continuera d'exister en version 2 de l'API, les fonctionnalités offertes par Google seront jointes à la nouvelle version 2 appelée GMap2.

Comme la classe originale GMap, la classe GMap2 nous permet de créer la carte dans Google Maps. Mais la modification de l'appel à l'originale, pour appeler la version 2, permet d'améliorer la compatibilité avec l'API et la vitesse d'affichage.

Pour créer la carte dans Google Map, on crée simplement un objet *GMap2* en lui spécifiant le contrôle DIV à utiliser. Le positionnement se fait via la méthode *setCenter()*. On ajoute ensuite les contrôles de déplacement/barre de zoom (*GLargeMapControl*) et de modification du mode d'affichage (*GMapTypeControl*). [E.P]

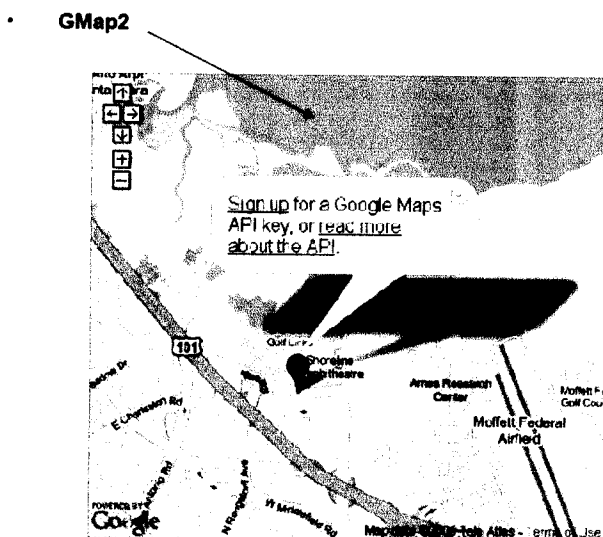


Figure 2.2 : GMap2

### II.2.5.2. GPoint et GLatLng :

En dehors de la version 2 de Google Map API, la classe Gpoint a été utilisée pour représenter un objet unique, le point qui nous intéresse peut être représenté en 2 dimensions de longitude / latitude quelque part sur l'interface de la terre.

Avec la version 2 les coordonnées géographiques sont actuellement représentés par une nouvelle classe : GLatLng.

Gpoint représente maintenant un point sur une carte par ses coordonnées pixel. Il s'agit d'un changement significatif qui doit être intégré par google maps version 1 et qui nécessite des modifications à chaque demande.

GLatLng Le constructeur prend deux paramètres requis, y et x. Le paramètre y représente la latitude et le paramètre x représente la longitude.

GLatLng est encore utilisé pour 2 fonctions importantes dans google maps :

La première est de mettre le point central de la carte. SetCenter () sur Gmap2 prend un paramètre qui centres le point avec ses coordonnées longitude / latitude, setCenter () prend également un second paramètre qui définit le zoom de notre carte, représenté par une valeur numérique entre 0 et 17.

Alors c'est le GLatLng objet qui est utilisée pour définir le centre de votre carte.

La deuxième est de créer des points d'intérêts, qui sont comme marqueurs affichés sur notre carte cela en conjonction du GLatLng avec Gmarker. [E.P]

### II.2.5.3. Gmarker :

La classe Gmarker est utilisée pour créer des icônes indiquant les points intéressants sur notre carte de Google.

Un marqueur est représenté par une image qui est superposée à la carte. Google Map ajoute également une image d'ombre qui donne une impression de perspective.

Les images sont positionnées par des coordonnées polaires. La gestion de la visibilité de l'image selon la portion de carte affichée et la transformation des coordonnées polaires en pixel sont gérées automatiquement par les APIs.

Sur chaque marqueur il est possible de faire apparaître des informations sous forme d'une infobulle. L'infobulle peut afficher du texte formaté HTML : balises de mise en page, tableaux voir même image. Selon l'API l'apparition de l'infobulle dépend d'un clic, du passage sur le marqueur ou d'un paramétrage.

Avant de créer un marqueur dans Google Map, il faut d'abord créer un objet **Gicon**. On spécifie le nom, la taille de l'image, l'ombre qu'on va utiliser et leur point d'ancrage (le point de l'image sur lequel on positionne la coordonnée polaire). Pour MyMap, pour uniformiser l'utilisation des APIs nous spécifions un type de marqueur plutôt qu'une image. A chaque type correspond une image spécifique, on utilise une image de base que l'on décline simplement selon le type du marqueur. La création du marqueur lui-même se fait par l'intermédiaire de l'objet *Gmarker*. Il reçoit en paramètre les coordonnées et l'objet icône. [E.P]

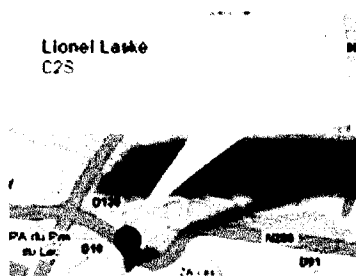


Figure 2.3 : Marqueur et infobulle

**II.2.5.3.1. GIcon :**

Dans de nombreux cas, l'utilisateur peut ne pas utiliser le marqueur icône par défaut de google maps. Car ce dernier lui offre la possibilité de créer avec GIcon son propre jeu d'icônes pour représenter avec précision les données de son application.

Théoriquement les icônes fichiers peuvent avoir n'importe quelle taille mais pour des raisons pratiques on doit garder la taille entre 20-30 pixels carrés. De nombreuses personnalisations des icônes sont possibles, et il existe aussi des icônes supplémentaires qui représentent l'ombre des icônes personnalisées grâce à `icon.shadow ()` et `icon.shadowSize ()`. Au minimum on doit spécifier l'icône (`icon.image`), la taille de l'icône (`icon.iconsize`), l'ombre (`icon.shadow`) et la taille de l'ombre (`icon.shadowsize`). [E.P]

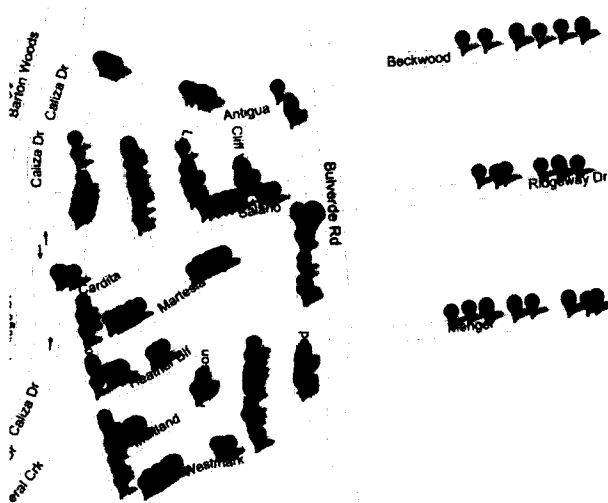


Figure 2.4 : icônes créées par GIcon

**II.2.5.3.2. Info Windows :**

Info Windows est utilisé pour afficher des informations liées aux points concernés, on peut afficher une fenêtre d'information grâce à l'une des méthodes `OpenInfoWindow` sur `GMap2`.

Normalement, les fenêtres d'information sont ouvertes juste au dessus d'un marqueur mais elles peuvent être placées n'importe où sur la carte. La plupart du temps Info Windows html contient l'information sous forme de texte, liens, et images.

`Marker.OpeninfoWindowhtml ()` peut être appelé à partir de `GMap2` ou `GMarker`, ça prend simplement une chaîne de balisage html, l'affichant par la suite dans une fenêtre d'information pour l'ouvrir juste au dessus du marqueur. Lorsque l'utilisateur clique sur le

marqueur la fenêtre d'information s'affiche, cet événement est réalisé grâce à GEvent qui sert à enregistrer les événements auditeurs.

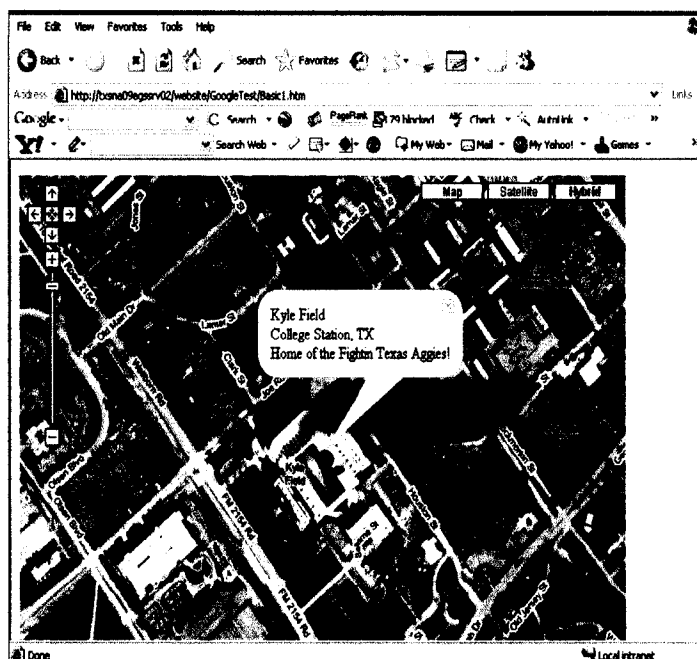


Figure 2.5: Coogle Map avec Info Window

Map.OpeninfoWindowhtml est utilisé pour afficher automatiquement une fenêtre d'information sans aucun événement.

Alors OpeninfoWindowhtml ( ) est utilisé pour afficher un élément HTML, et il existe aussi openInfoWindowXslt ( ) qui affiche XML dans une fenêtre d'information. A la version 2 de l'API Google Maps on a une nouvelle méthode openInfoWindowTabsHtml( ) , elle nous donne la possibilité d'inclure des onglets dans nos fenêtres d'informations par le biais de la classe GInfoWindowTab. [E.P]

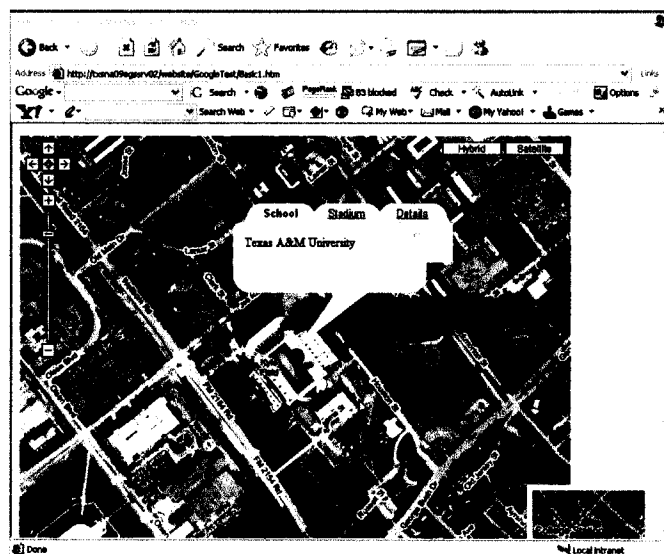


Figure 2.6 : La nouvelle info windows

#### II.2.5.4. GPolyline :

Une polygline représente un vecteur ligne tracée sur la carte. GPolyline utilise deux ou plusieurs instances de GLatLng pour créer un vecteur ligne entre les deux points. Les vecteurs lignes générées par GPolyline peuvent être créées dans différentes couleurs, poids, et transparence. Le premier paramètre dans le GPolyline constructeur est un tableau de GPoint objets. On doit inclure au moins deux points dans le tableau pour faire en sorte que GPolyline peut créer le vecteur ligne entre les points, on peut également inclure un certain nombre de points entre le début et la fin. Le reste des paramètres sont facultatifs et on a la possibilité de spécifier la couleur de la ligne, sa largeur, et sa transparence. [E.P]

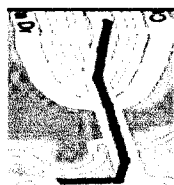


Figure 2.7 : GPolyline

#### II.2.5.5. Les polygones :

Pour le moment google n'a pas la capacité de générer des polygones vrais mais cela va changer dans un proche avenir à mesure que l'API devient plus robuste. En outre on peut simuler un polygone grâce à l'utilisation de la classe GPolyline en mettant le point de départ et d'arrivée de façon à ce qu'il apparaît que la ligne se referme sur elle-même en créant un polygone. [E.P]

#### II.2.5.6. GSize :

La classe GSize représente un à deux dimensions pour la taille en pixels. Elle est utilisée lors de la définition des icônes personnalisées. [E.P]

#### II.2.5.7. GLatLngBounds :

La classe GLatLngBounds représente une boîte ou une enveloppe qui contient l'actuelle mesure géographique de la carte. Cette mesure est représentée par des valeurs minimum et maximum x (longitude) et Y (latitude) dont elles changent à chaque fois qu'un « time a pan » ou une action de zoom se produit. [E.P]

### II.2.6. Les contrôles de Google Maps :

La cartographie d'application web nous offre la possibilité d'interagir avec la carte. Google Maps nous fournit cette fonctionnalité grâce à l'utilisation des contrôles qui permettent à l'utilisateur de se déplacer de zoomer, de choisir le type de carte ... [E.P]

#### II.2.6.1. Le Déplacements sur la carte (Panning) :

Panning donne simplement la possibilité de se déplacer sur la carte dans n'importe quelle direction. Sur Google il existe deux moyens pour accomplir cette tâche :

La première en utilisant juste la souris pour faire glisser la carte dans la direction voulue.

La deuxième en cliquant sur une des flèches directionnelles pour la direction choisie.

Panning peut être contrôlé par programmation. [E.P]

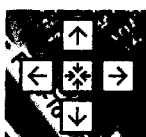


Figure 2.8 : Panning

### II.2.6.2. Le Zoom (Zooming) :

Google Map offre un contrôle sur le niveau du zoom demandé par l'utilisateur au cours de la consultation de la carte. On a trois choix possible au moment du codage :

#### II.2.6.2.1. Le contrôle GLargeMapControl :

C'est le plus complet pour diriger et zoomer il a donc les quatre flèches pour se déplacer et un bouton au milieu de ces flèches permettant de recentrer la carte. Il possède les 18 niveaux de zoom avec un plus/un moins en haut et une échelle au dessous affichés. On peut cliquer sur les différents niveaux de l'échelle ou le faire glisser jusqu'au niveau souhaité. [E.P]

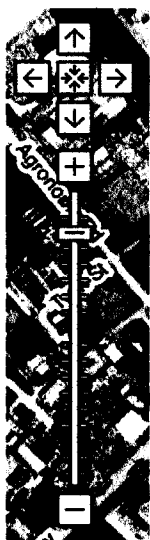


Figure 2.9 : Le contrôle GLargeMapControl

#### II.2.6.2.2. Le contrôle GSmallMapControl :

Ce contrôle est une version "light" permettant juste de déplacer la carte dans quatre directions. Il possède en dessous un GSmallZoomControl. On a les flèches directionnelles et un plus/un moins affichés. [E.P]



Figure 2.10 : Le contrôle GSmallMapControl

#### II.2.6.2.3. Le contrôle GSmallZoomControl :

Il permet de zoomer/dé zoomer d'une profondeur de zoom. Sa position par défaut est en haut à gauche de la carte. [E.P]

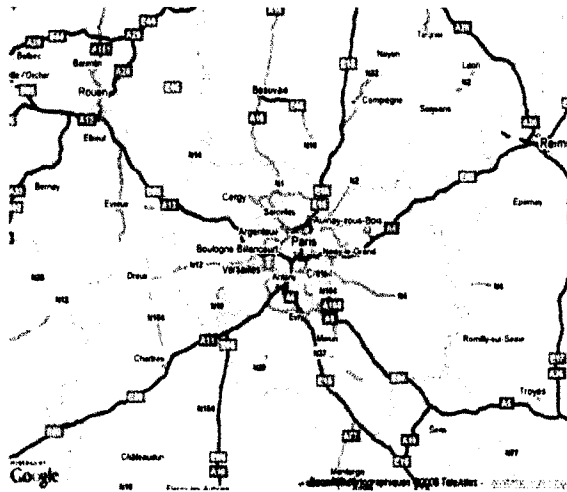


Figure 2.11 : Le contrôle GSmallZoomControl

**II.2.6.3. Le type de carte :**

Le contrôle GMapTypeControl permet de choisir le type de carte, il existe trois types :

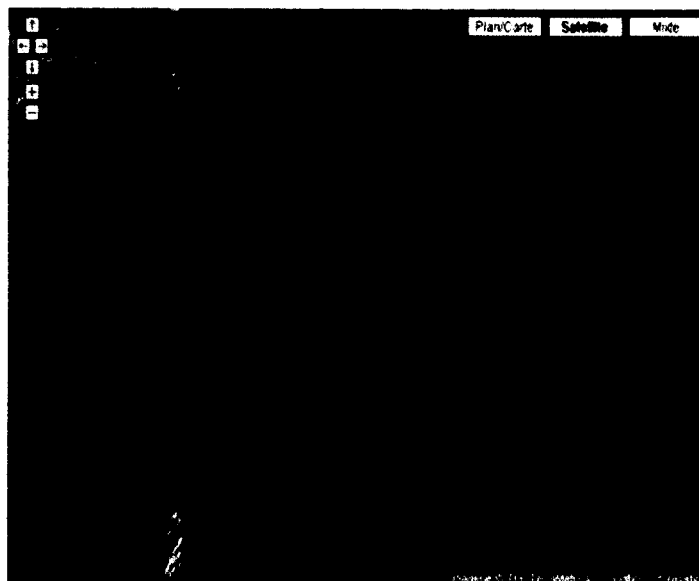
**II.2.6.3.1. Plan/carte :**



**Figure 2.12 : Type plan**

C'est celui qui est affiché par défaut, nous avons tous les noms de régions, ville, villages, les routes, autoroutes ... [E.P]

**II.2.6.3.2. Satellite :**



**Figure 2.13 : Type de carte satellitaire**

Ce mode offre une vue satellite de très bonne qualité. [E.P]



### II.2.6.3.3. Mixte :

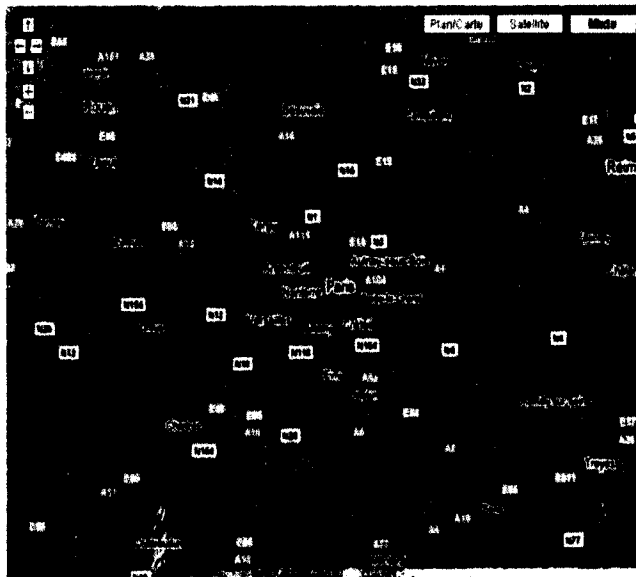


Figure 2.14 : Type de carte mixte

Et enfin le mode mixte qui comme son nom l'indique mélange les informations détaillées du mode Plan/Carte avec la qualité des photos satellites.

Il existe des constantes mises à disposition par l'API :

- G\_NORMAL\_MAP pour le mode Plan/Carte
- G\_SATELLITE\_MAP pour le mode Satellite
- G\_HYBRID\_MAP pour le mode Mixte
- G\_DEFAULT\_MAP\_TYPES qui est un tableau contenant les trois constantes citées précédemment

La position par défaut du GMapTypeControl est en haut à droite de la carte. [E.P]

### II.2.6.4. L'ensemble de carte (Overview Map) :

C'est un nouveau contrôle sur la version 2 de Google Map, il offre la possibilité d'ajouter une vue d'ensemble de carte à la demande de l'utilisateur. GOverviewMapControl peut être ajouté par AddControl () sur GMap2. Cela ajoutera un aperçu de carte pliable au coin de l'écran qui affiche une mesure géographique de la carte principale. On peut contrôler cette mesure rectangulaire en la faisant glisser dans la vue d'ensemble de carte. [E.P]

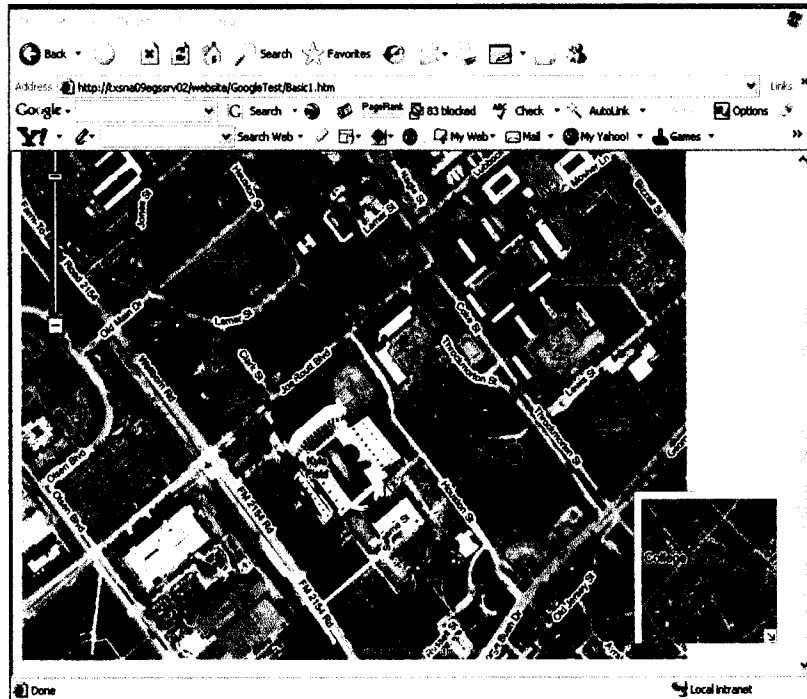


Figure 2.15 : GOverviewMapControl

#### II.2.6.5. L'échelle (Scale Control):

C'est l'échelle de la carte, sa position par défaut est en bas à gauche à côté du logo Google. C'est la représentation visuelle de la distance. [E.P]



Figure 2.16 : Echelle

#### II.2.7. Les événements :

Les événements sont les actions qui auront lieu dans l'application. Ces actions sont invoquées par l'utilisateur comme cliquer sur un point de la carte, ou faire glisser la carte pour un déplacement, ou l'évolution du zoom de la vue satellitaire sur la carte ...etc.

On peut écrire le code de l'application qui répond à ces événements par exemple on ajoute GMarker au point où l'utilisateur peut cliquer. Dans l'API de Google Map les classes GMarker et GMap2 ont une liste des événements dont ils peuvent répondre. [E.P]

##### II.2.7.1. GEvent :

L'enregistrement et la manipulation des événements se fait par la classe GEvent qui expose un nombre de méthodes statiques. Une méthode statique est tout simplement une méthode qui appelle la classe elle-même plutôt que d'appeler son instance.

AddListener sert à enregistrer un événement avec le système. Ce code peut être utilisé par exemple pour enregistrer l'événement du clic sur GMarker.

La suppression des auditeurs peut être accomplie soit par `RemoveListener ( )` méthode pour supprimer les événements individuellement soit par `ClearListeners ( )` méthode pour supprimer tous les événements couramment actifs.

Dans le cas où on a besoin de déclencher un événement sans la saisie de l'utilisateur on fait appel à `Trigger ( )` méthode utilisée pour déclencher une fonction pour un événement particulier.

Maintenant nous allons jeter un coup d'oeil sur les événements les plus communément utilisés associés avec un couple de classes Google Map. [E.P]

#### II.2.7.2. GMap2 Events :

**AddMapType** : cet événement est utilisé pour ajouter un type de carte à la carte.

**RemoveMapType** : cet événement est utilisé pour supprimer un type de carte de la carte.

**Click** : utilisé lorsqu'un utilisateur clique sur la carte ou sur une superposition de la carte.

**Move** : utilisé quand la carte est en mouvement.

**Movestart** : utilisé au début du mouvement.

**Moveend** : utilisé à la fin du mouvement.

**Zoomend** : utilisé quand la carte atteint un nouveau niveau de zoom. L'événement gestionnaire reçoit l'ancien et le nouveau niveau de zoom comme arguments. `MapTypeChanged`.

**InfoWindowOpen** : utilisé pour afficher la fenêtre d'informations.

**InfoWindowClose** : utilisé pour fermer la fenêtre d'informations.

**InfoWindowChanged** : utilisé pour sélectionner un autre type de carte.

**AddOverlay** : utilisé pour ajouter une superposition à la carte.

**RemoveOverlay** : utilisé pour retirer une superposition de la carte.

**ClearOverlays** : utilisé pour effacer tous les superpositions.

**MouseOver** : appelé lorsque l'utilisateur déplace la souris de la carte à l'extérieur.

**MouseOut** : appelé quand l'utilisateur déplace la souris de la carte.

**MouseMove** : appelé quand l'utilisateur déplace la souris dans la carte.

**DragStart** : appelé lorsque l'utilisateur commence à faire glisser la carte.

**Drag** : appelé pendant que l'utilisateur déplace la carte.

**DragEnd** : appelé lorsque l'utilisateur cesse de faire glisser la carte.

[E.P]

#### II.2.7.3. GMarker Events :

**Click** : cet événement est souvent utilisé pour afficher une fenêtre d'information lorsqu'on clique sur le marqueur.

**InfoWindowOpen** : appelé lorsque la fenêtre d'information est ouverte au dessus du marqueur.

**InfoWindowClose** : utilisé pour fermer la fenêtre au-dessus du marqueur.

**DbClick** : appelé lorsqu'on double clique sur l'icône marqueur. Cet événement ne fonctionne pas en dehors des marqueurs sur la carte

**MouseDown** : appelé quand l'événement DOM `mousedown` est tiré sur l'icône marqueur.

**MouseUp** : appelé quand l'événement DOM `mouseup` est tiré sur l'icône marqueur.

**MouseOver** : appelé quand la souris entre dans la zone de l'icône marqueur.

**MouseOut** : appelé quand la souris quitte la zone de l'icône marqueur.

**Remove** : utilisé pour retirer le marqueur de la carte.

[E.P]

### II.2.8. Le géocodage :

Tracer les points intéressants sur la carte est la fonction la plus utilisée sur google map.

Dans la figure ci-dessous on voit un exemple d'une application de plans et des adresses diverses sur la carte. Pour tracer ces plans on doit avoir la latitude et la longitude de chaque point qui nous intéresse ou adresse. Ces coordonnées sont générées par un processus appelé le géocodage.

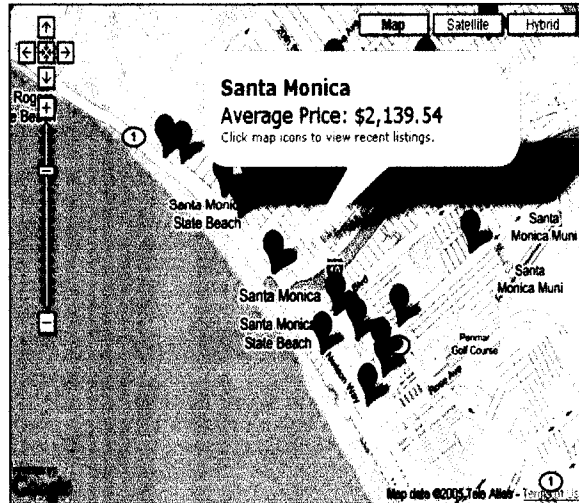


Figure 2.17 : Adresses géocodées

#### Exemple :

On examine un monde réel pour le géocoder. Supposons que le point qui nous intéresse se situe à 150 rue Main. Ce qu'on doit faire c'est déterminer les coordonnées de la zone géographique de cette adresse. Dans le monde réel, la rue Main pourrait être un segment de route avec un ensemble d'adresses de 100 à 200. Le logiciel du géocodage est utilisé pour interpoler l'emplacement de 150 rue Main. Dans ce cas simple le logiciel l'interpole comme étant un demi chemin entre 100 et 200 de la rue Main, et attribue à cette adresse des coordonnées de latitude et de longitude. Après le géocodage de l'adresse, elle peut être tracée sur la carte de google map, comme les adresses qui ont été géocodées sur la figure ci dessus.

[E.P]

#### II.2.8.1. Le logiciel du géocodage :

La question logique qui se pose pour ce titre est « comment puis je obtenir un logiciel de géocodage pour mes adresses ? ». Google Maps actuellement n'a pas un moteur de géocodage. Il existe des moteurs de géocodage connus qui peuvent être achetés, comme il y a l'accès libre des services de géocodage. Les hacks sont utilisés aux besoins du géocodage. On a le produit yahoo maps c'est un nouveau service web qui inclut une API du géocodage. On peut aussi introduire un hack pour récupérer les coordonnées de google maps. [E.P]

#### II.2.8.2. API de géocodage yahoo :

Yahoo possède un API de géocodage, il s'agit d'un web service qu'on peut appeler à partir de notre application pour géocoder les adresses. Pour obtenir les coordonnées d'une adresse on doit munir de différents paramètres de demande comme l'AppID (obtenu par yahoo), l'adresse, ville, état, et code postal. Le web service yahoo performe en suite la même adresse et rend la réponse dans un format XML. Cette réponse comprend ReultSet, Result, latitude, longitude, adresse, ville, état, code postal, et pays. On peut alors tracer cette adresse sur une

carte de google et/ou la stocker dans une base de données XML. L'API de géocodage yahoo est un web service libre à condition de ne pas l'utiliser dans des intentions commerciales. Ce web service est gratuit, yahoo nous limite à 50000 requêtes par jour ce qui ne pose pas de problèmes à la majorité des applications. [E.P]

#### II.2.8.3. Le géocodage hack de google :

Comme nous l'avons déjà mentionné google ne prévoit pas actuellement un API de géocodage, mais il existe une méthode pas officielle pour obtenir les coordonnées longitude et latitude de google. Cela nécessite deux appels indépendants de google map. Avec le premier appel on obtient les coordonnées, et avec le deuxième appel on obtient la carte. [E.P]

#### II.2.8.4. Géocoder.us :

Si les solutions de google et yahoo ne correspondent pas aux besoins de l'application alors il existe d'autres services de géocodage libres disponibles pour des utilisations non commerciales comme le service Geocoder.us qui offre un web service nous permettant 20000 recherches pour 50£.

Ce service se limite à adresser des demandes aux états unis. [E.P]

#### II.2.8.5. Les solutions commerciales de géocodage :

Dans cette section voici des logiciels commerciaux disponibles sur le marché et couramment utilisés comme solutions de géocodage :

- TelAtlas.
- Group 1 software.
- ESRI
- mapinfo

[E.P]

#### II.2.9. AJAX :

Jusque la nous avons parlé des grandes bases liées à l'API Google Maps pour arriver à un sujet assez important : AJAX

AJAX fait de google maps une plate forme attrayante pour la réalisation d'une application de cartographie web interactive. Les applications traditionnelles de cartographie web fonctionnent en quelque sorte comme suit : Dans l'interface les actions des utilisateurs déclenchent une requête http qui revient au web serveur. Le serveur lance son traitement (la récupération des données, communication avec de divers systèmes) et renvoie ensuite une page HTML au client.

Du point de vue technique cette approche traditionnelle a un bon sens au niveau du développement de l'application, mais du point de vue pratique elle force l'utilisateur à patienter pendant que le serveur effectue son traitement.

AJAX modifie cette approche. [E.P]

##### II.2.9.1. Que signifie AJAX ?

AJAX (Asynchronous JavaScript + XML) est un acronyme désignant une solution libre pour le développement des applications web.

AJAX n'est pas une technologie en elle-même, mais un terme qui évoque l'utilisation conjointe d'un ensemble de technologies libres couramment utilisées sur le web :

- HTML (ou XHTML) pour la structure sémantique des informations.

- CSS pour la présentation des informations.
- DOM et JavaScript pour afficher et interagir dynamiquement avec l'information présentée.
- L'objet XMLHttpRequest pour échanger et manipuler les données de manière asynchrone avec le serveur web.
- XML

En alternative au format XML, les applications AJAX peuvent utiliser les fichiers texte ou JSON.

L'objectif d'AJAX est d'élargir les fonctions proposées aujourd'hui sur les sites Web à travers des interfaces dites riches. Actuellement, le Web se contente d'afficher des données pré calculées ou enregistrées par l'intermédiaire de la navigation Web. Avec Ajax, les calculs sont en partie déportés sur le poste client et le navigateur dialogue de manière asynchrone avec le serveur afin d'optimiser les temps de chargement. [10], [E.P]

#### II.2.9.2. Existe-t-il des frameworks AJAX ?

Oui, les initiatives se multiplient. Open Ajax est une initiative récemment lancée et soutenue par les grands acteurs de l'informatique tels que Novell, Mozilla, Yahoo, Oracle, IBM, Google, Red Hat ou Borland Software. Destiné à être utilisé au sein de l'environnement de développement Eclipse, ce *framework* sera ouvert à tous. Il vient concurrencer d'autres outils comme Open Rico, BackBase, Ruby on Rails ou Bindows. Tous fournissent des bibliothèques de fonctions pré-écrites afin de faciliter l'intégration de code Ajax sur un site Web. [10], [E.P]

#### II.2.9.3. Quelles sont les limites d'AJAX ?

La principale limite d'Ajax vient de sa complexité. Pour mettre en œuvre des fonctions simples, il est nécessaire de générer beaucoup de code Javascript. Cette complexité pourra toutefois être masquée par des outils d'aide au développement ou par le biais de *frameworks*. Même dans ce cas, l'utilisation d'Ajax implique d'alourdir le poids des pages Web puisque l'internaute doit télécharger sur son navigateur les fonctions à exécuter. [E.P], [E.P]

#### II.2.9.4. Quels sont les avantages d'AJAX ?

L'avantage de cette méthode est d'abord la vitesse à laquelle une application AJAX répond aux actions de l'utilisateur, qui sont traitées (en partie au moins) localement par le navigateur. Respectant en grande partie les standards Web (W3C et IETF), AJAX possède également des qualités de portabilité. Très vite déployé, AJAX permet d'abaisser les coûts de développement de petites applications, ainsi que les coûts de renouvellement de parc informatique. [E.P], [E.P]

#### II.2.9.5. L'exploitation d'AJAX par google maps :

Le service Google Maps exploite Ajax pour pré charger les images voisines de celle consultée par l'internaute. L'api ajax offre des avantages indéniables pour la navigation sur carte.

Et c'est pour cela lorsque nous utilisons Google Maps, nous avons l'impression que le débit de connexion est très élevé à cause de la rapidité de la réponse lors d'un scroll. Donc lors d'un scroll, les images voisines sont déjà chargées, ce qui donne une réponse instantanée. [E.P], [E.P]

## **Partie 3:**

### **MapInfo Professional**

#### **II.3.1. MapInfo Professional :**

C'est un outil de type Système d'Information Géographique qui sert à créer de l'information géographique, à traiter et manipuler cette information et à la cartographier de différentes manières. MapInfo est un « tableur géographique ».

#### **II.3.2. Organisation des données :**

Dans MapInfo, les données, qu'elles soient sous forme d'objets géoréférencés, de données statistiques ou d'images rasters, se trouvent dans des tables. [9]

##### **II.3.2.1. Les tables :**

On peut classer les tables de MapInfo en deux catégories. Soit elles contiennent des objets **non graphiques** (feuille de calcul Excel ou base de donnée), soit elle contient des objets **graphiques** (objet cartographique, image raster). [9]

##### **II.3.2.1.1. Table non graphique :**

Ces tables peuvent provenir d'un autre logiciel, ou être directement créées dans MapInfo. Elles ne contiennent que des informations alphanumériques et ne peuvent être représentées, en l'état, sous forme de carte. MapInfo peut gérer directement des données d'une base de donnée externe.

**Champ :** Chaque ligne correspond à une personne ou à un objet. Dans les bases de données, les lignes sont appelées enregistrement, chaque enregistrement contient plusieurs types d'information. On les appelle des champs, les champs sont toujours dans le même ordre, alors que les enregistrements sont rangés selon l'ordre de saisie. Dans une table, les enregistrements ont le même nombre et le même type de champ. C'est pourquoi, une table ne doit contenir qu'un seul type d'objet. [9]

##### **II.3.2.1.2. Table graphique :**

Les tables graphiques contiennent soit des images rasters soit des objets vecteurs. Les tables contenant des images rasters ne servent qu'à une meilleure représentation de l'information et comme fond de plan.

La majorité des tables utilisées dans un S.I.G. contiennent des objets vecteurs. Ces objets sont de trois types: **les points**, **les lignes** que l'on appelle **polyligne** et **les polygones**. Ces objets peuvent avoir des données associées qui le caractérisent. Ces données se présentent comme dans une base de données classique. [9]

#### **II.3.3. Les différents fichiers de MapInfo :**

##### **II.3.3.1. La structure d'une table :**

Une table est constituée de plusieurs fichiers, elle comporte au minimum 2fichiers distincts :

**\*.TAB :** ce fichier décrit la structure de la table (le format du fichier contenant les données), c'est lui qui est appelé par le menu « ouverture table » et qui se charge de lister l'ensemble des fichiers nécessaires à son ouverture. C'est un répertoire d'adresses.

**\*.DAT :** contient les données tabulaires/attributaires. Il peut être remplacé par importation des fichiers Excel (\*.XLS), Dbase (\*.DBF), Access (\*.MDB), ... ;

Si les données contiennent des objets graphiques, la table contient 2 fichiers supplémentaires :

\*.MAP : ce fichier décrit les objets graphiques.

\*.ID : C'est le fichier de références croisées entre les données tabulaires/attributaires et les objets cartographiques.

L'index utilisé par MapInfo lors de la commande « Rechercher » se trouve dans le fichier

\*.IND, c'est un fichier qui permet d'accélérer les requêtes sur la table.

\*.BMP, \*.TIF, etc. sont les fichiers utilisés pour les images raster (les données tabulaires peuvent être remplacées par des images raster).

[9]

### II.3.3.2. Les documents : Les fichiers \*.WOR

Seuls les données brutes (points, traits, données alphanumériques) sont sauvegardées dans les tables.

Un document permet de sauvegarder l'environnement de travail, c'est à dire, les différentes fenêtres ouvertes avec leurs tables, ainsi que l'ensemble des couches temporaires (requêtes, dessins, étiquettes) c'est ce que fait le fichier \*.WOR. [9]

### II.3.4. Fenêtres cartes, données et graphiques :

Les données peuvent être présentées de trois façons dans trois types de fenêtres :

Si les données sont géoréférencées (parce qu'elles sont associées à un objet), elles sont affichées sous forme de carte (dans une fenêtre Carte). Sinon, elles sont affichées sous forme de tableau dans une fenêtre Données. On peut aussi présenter les données en graphes.

#### II.3.4.1. Fenêtre carte :

Lors de l'ouverture d'une table graphique, une fenêtre carte s'ouvre automatiquement. On peut y rajouter des tables, zoomer, modifier la représentation graphique des objets. [9]

#### II.3.4.2. Fenêtre de données :

Une fenêtre données permet de visualiser sous forme d'un tableau les données d'une table.

[9]

#### II.3.4.3. Fenêtre graphe :

Elle sert à visualiser les données d'une table sous forme de courbes, barres, secteurs ou aires. [9]

### II.3.5. Les barres d'outils :

En général, ces barres d'outils sont visibles. Pour les masquer ou les faire apparaître, on utilise la fonction *Affichage>Barre d'outils*. Elles peuvent être soit flottantes soit en partie haute de l'écran. Les barres d'outils sont actives lorsqu'une Fenêtre Carte, Données ou Graphique est ouverte.

#### II.3.5.1. Standard :

Elle se situe généralement en haut de l'écran. Elle permet d'accéder aux fonctions classiques de Windows (copier, coller, couper), mais aussi, à la création de nouvelles Fenêtres Carte, Données, Graphique, Mise en page ou Sectorisation. [9]

#### II.3.5.2. Général :

Elle est souvent sous forme flottante. Elle permet d'accéder aux outils (zoom, déplacement, sélection, contrôle des couches...). [E.B]





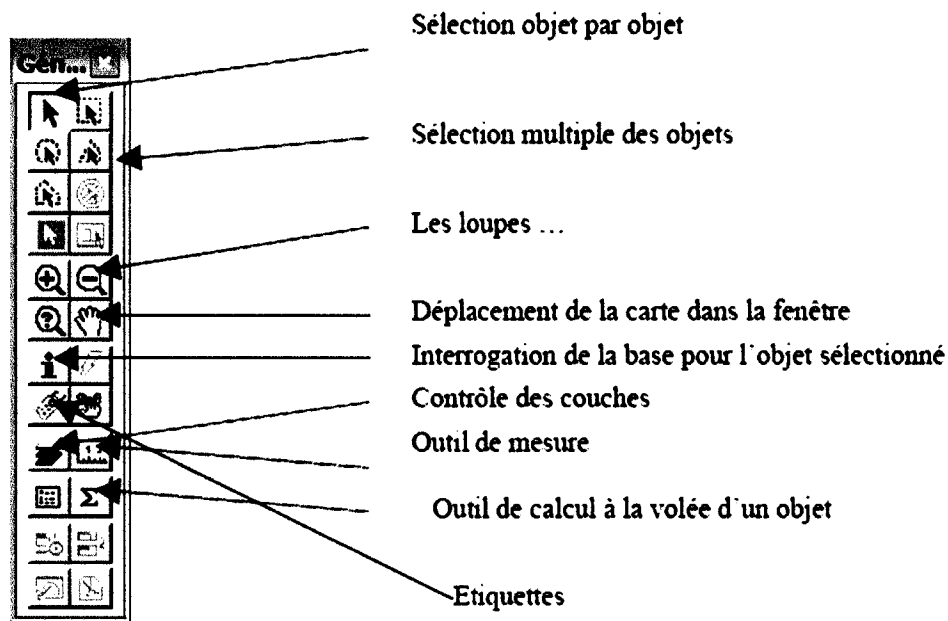


Figure 2.18 : Barre d'outil générale

### II.3.5.3. Dessin :

Souvent flottante, la barre d'outils dessin permet de dessiner ou de modifier un objet. Les boutons avec un point d'interrogation permettent de modifier les styles des objets (couleur, épaisseur). [E.B]

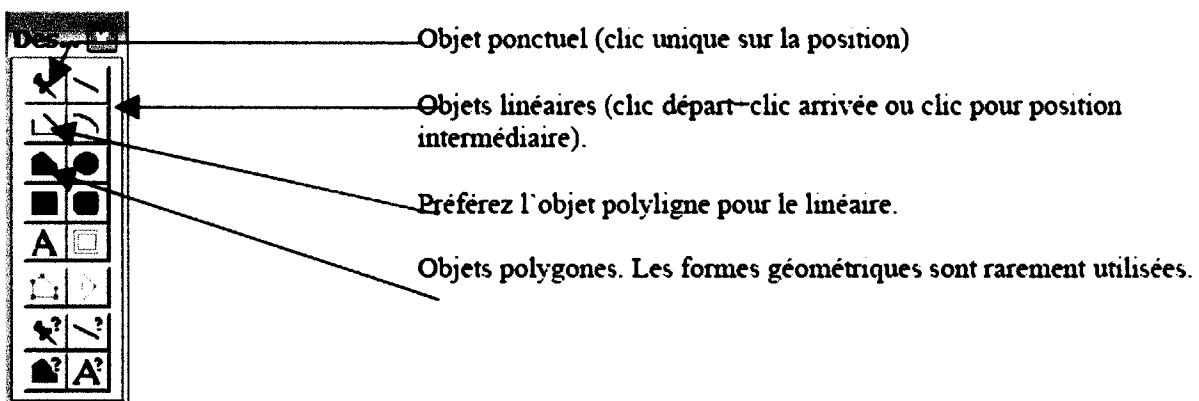


Figure 2.19 : Barre d'outil dessin

### II.3.6. Les couches de cartes :

Les cartes informatisées sont structurées en couches. Par exemple une couche peut contenir les frontières, une autre les routes, une troisième les villes ...etc. En superposant ces couches on forme la carte proprement dite.

En règle générale, chaque couche correspond à une table de MapInfo.

#### II.3.6.1. Le contrôle des couches :

Le Contrôle des Couches est très important lors de la gestion des tables dans une Fenêtre Carte. En effet, elle permet d'ajouter ou d'enlever des tables dans la carte. On y gère aussi les attributs des tables ouvertes dans la fenêtre.

La boîte de dialogue est accessible soit par la fonction *Carte>Contrôle des Couches* soit en cliquant sur le bouton correspondant dans la barre d'outils Général. [E.B]

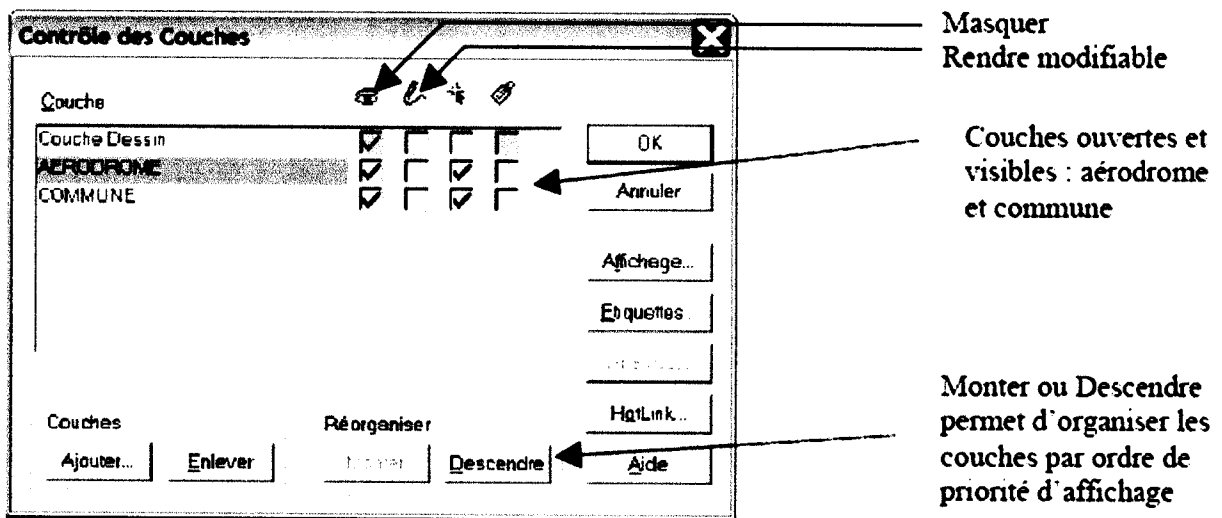


Figure 2.20 : Contrôle des couches

### II.3.6.2. Réorganiser les couches :

Les couches sont affichées de haut en bas. Ainsi, si une couche formée de polygones (comme les départements) se situe au dessus d'une couche composée de points (des villes), on ne verra que la couche de polygone. Le principe est le même lors d'une sélection. Pour modifier cet ordre d'affichage, on utilise les boutons de réorganisation.

Le bouton d'affichage permet d'accéder aux options d'affichage de la couche sélectionnée (style du dessin, échelle d'affichage...).

Le bouton Etiquette permet de modifier les options d'étiquetage. Cela affecte aussi bien l'étiquetage manuel qu'automatique. L'étiquetage permet de représenter dans la couche correspondante, une donnée associée. [9]

### II.3.7. Gestion des données :

Les sélections sont des tables temporaires nommées automatiquement « Queryx » où sont stockés les enregistrements sélectionnés. Les tables temporaires ont les mêmes propriétés que les tables permanentes. Elles deviennent permanentes en les enregistrant (commande *Fichier>Enregistrer sous*). [9]

#### II.3.7.1. La sélection à partir des fenêtres cartes et données :

En cliquant dessus, par rectangle, par polygone ou par distance. On peut sélectionner à partir des Fenêtres Carte ou Données.

Pour sélectionner des objets à partir d'une Fenêtre Carte, la couche qui contient les objets doit être sélectionnable. Pour cela, il faut cliquer sur la case sélectionnable de la couche concernée du Contrôle des couches. Si plusieurs couches sont sélectionnables, MapInfo va choisir la couche qui se trouve en position supérieure dans le Contrôle des couches.

On ne peut sélectionner que dans une seule couche d'objet en même temps.

Les outils de sélection se trouvent dans la barre d'outil général de MapInfo. Ce sont les outils :

#### **II.3.7.1.1. Sélection :**

Permet de sélectionner les objets (dans la fenêtre Carte) ou les enregistrements (dans la fenêtre Données) en cliquant simplement dessus. [9]

#### **II.3.7.1.2. Sélection par distance :**

Sélectionne tous les objets dont les centroïdes se situent à l'intérieur du cercle créé. Notez que le rayon du cercle est affiché en bas de l'écran.

Le centroïde est le centre d'un objet cartographique, Il est situé au milieu de l'objet. Le centroïde sert aussi à positionner les étiquettes automatiques, les points de géocodage et les graphiques thématiques. [9]

#### **II.3.7.1.3. Sélection par rectangle :**

Permet de sélectionner les objets dont les centroïdes se situent dans un rectangle. [9]

#### **II.3.7.1.4. Sélection par polygone :**

Sélectionne les objets dont les centroïdes se situent à l'intérieur d'un objet polygonal déjà existant (par exemple un département). [9]

#### **II.3.7.2. La sélection par requêtes :**

Une requête est une opération d'interrogation réalisée sur une partie d'une base de données. MapInfo simplifie le recours aux requêtes SQL en proposant des interfaces graphiques assez commode pour interroger la base de données géographique.

Cette sélection permet de sélectionner les objets en fonction de leurs caractéristiques ou de leur situation géographique. C'est un élément très important du S.I.G. car cela permet de faire de l'analyse spatiale.

##### **II.3.7.2.1. Sélection par requêtes simples : (Commande Sélection>sélection).**

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

La commande « Sélection / Sélection... » permet d'accéder à cette fonctionnalité.

Pour créer une requête Sélection, il faut écrire une expression (c'est une instruction logique servant à poser une question). Pour cela il faut choisir la table cible de la requête dans la fenêtre sélectionnée, puis choisir le champ à interroger dans la fenêtre « Expression » pour remplir la rubrique « Critères ». L'utilisateur n'est pas censé connaître les noms des champs de la table. Le bouton « Expression ... » va l'aider dans son choix en le guidant. [E.B]

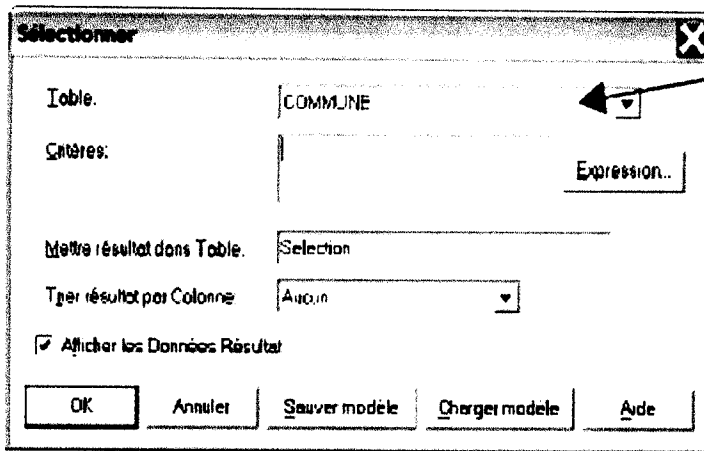


Table sur laquelle va s'effectuer la requête.

Remarque : Si on clique sur ok, toute la table sera sélectionnée

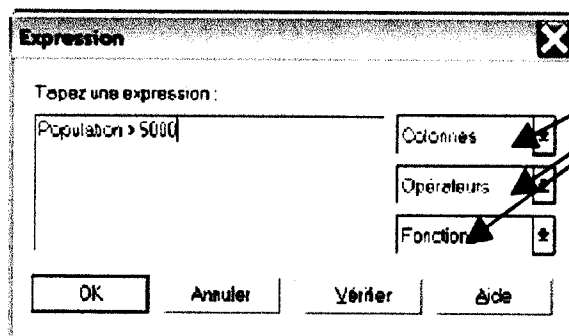
Figure 2.21 : Sélection

La boîte de dialogue Expression comporte trois listes déroulantes permettant de définir les colonnes, les opérateurs et les fonctions d'une expression. La grammaire ainsi que le vocabulaire sont issus du langage SQL (Structured Query Language) des bases de données.

**Colonnes:** Ce menu présente toutes les colonnes de la table dans laquelle on opère la sélection.

**Opérateur:** Ce menu contient tous les opérateurs mathématiques, *logiques* (AND : et; OR : ou et NOT : non) et *géographiques* (CONTAINS : contient; CONTAINS ENTIRE : contient entièrement; WITHIN dans; ENTIRELY WITHIN : entièrement dans) utilisables dans une expression.

**Fonctions:** Dans ce menu se trouvent toutes sortes de fonctions mathématiques (telles que abs() : valeur absolue); ou de gestion de chaînes de caractères tel que Left\$(). [E.B]



A l'aide des menus déroulants, composez votre requête

Figure 2.22 : Expression

### II.3.7.2.2. Sélection par requêtes sur plusieurs tables : (Commande Sélection > Sélection SQL)

La commande « Sélection / Sélection SQL... » permet d'accéder à cette fonctionnalité. Cette commande ouvre la fenêtre suivante :



Figure 2.23 : Sélection SQL

Cette fenêtre rappelle celle ouverte par la commande « Sélection / Sélection... » ; mais, on y retrouve en plus, la possibilité de choisir plusieurs tables, d'utiliser des fonctionnalités d'agrégation offertes par le menu déroulant « Agréger » et on peut procéder à des « Groupement par colonnes ».

Ces options, très utiles, font en sorte que ce menu est davantage utilisé que le précédent. La zone de saisie, en face de colonne sert à lister ce que l'on veut récupérer en sortie de la requête.

L'ordre d'ouverture des tables est important, nous le verrons plus précisément lors de l'examen des requêtes géométriques. [P.B]

### II.3.8. Intégration des données dans MapInfo :

Cette opération même simplifiée nécessite un minimum de connaissance de MapInfo, de Windows et des logiciels exportant leurs données dans MapInfo (bases de données ou Excel). *Des données alphanumériques à partir d'Excel ou d'une base de données.*

Contrairement à la plupart des logiciels de SIG, MapInfo permet d'utiliser des données provenant d'un autre logiciel. Il a ainsi le label Microsoft Office Compatible qui lui permet de dialoguer de façon relativement simple avec Excel et des systèmes de gestion de base de données (SGBD) tel que Access, Oracle, dBASE, ou toutes autres SGBD utilisant le langage de requête SQL (Structured Query Language). Il est pourtant préférable d'importer les données dans MapInfo et de travailler sur une copie de celle-ci. [9]

### II.3.9. Importer/ Exporter des données avec MapInfo :

#### II.3.9.1. Sauvegarder une carte au format image (BMP, TIF, JPEG...) :

MapInfo permet de réaliser une capture d'écran d'une fenêtre carte, pour exporter une carte au format BitMap. C'est la commande Fichier/ Exporter Fenêtre... qui permet de réaliser cette opération. [P.B]

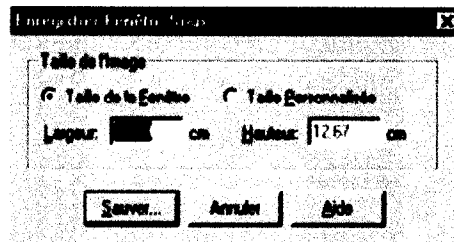


Figure 2.24 : Enregistrement de la carte

### II.3.9.2. Ouvrir des données image (BMP, TIFF) :

Avec la commande « Fichier/Ouvrir Table » on peut ouvrir des images raster. Lors de l'ouverture MapInfo demande s'il s'agit d'une image à déclarer (à caler géométriquement).

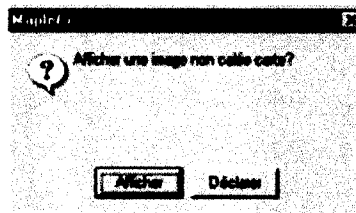


Figure 2.25 : Afficher données

Dans le cas où l'image doit être déclarée un menu apparaît.

Dans ce menu, il est possible de déclarer la projection dans laquelle on va déclarer l'image et l'unité utilisée pour la déclaration. Respectivement boutons « Projection... » Et « Unités... ».

Il faut ensuite saisir au moins 3 points de calage, régulièrement distribués. Le déplacement sur l'imagette n'est pas très convivial, il se réalise avec les ascenseurs et les 2 boutons «+» et «->» qui permettent de zoomer et dézoomer.

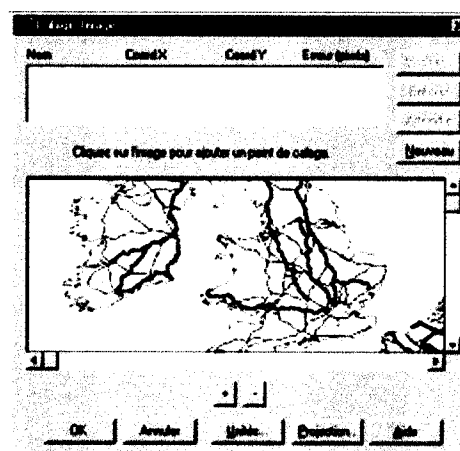
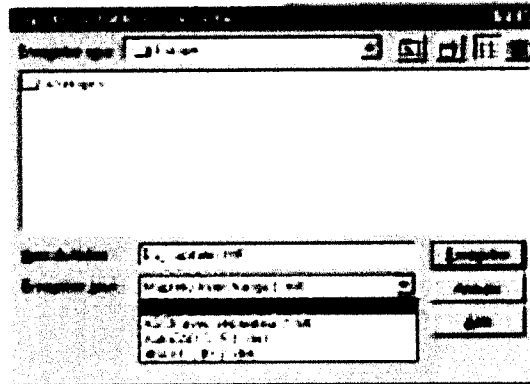


Figure 2.26 : Calage image

MapInfo affiche les résidus de calage. En cas de validation un fichier .tab est créé qui conserve les paramètres de calage de l'image. [P.B]

**II.3.9.3. Exporter au format MIF/MID :**

MapInfo peut exporter des données vers d'autres logiciels. Comme toujours les formats d'exportation sont des formats «caractère » car plus portables. Pour cela il faut utiliser la commande Table/ Exporter.

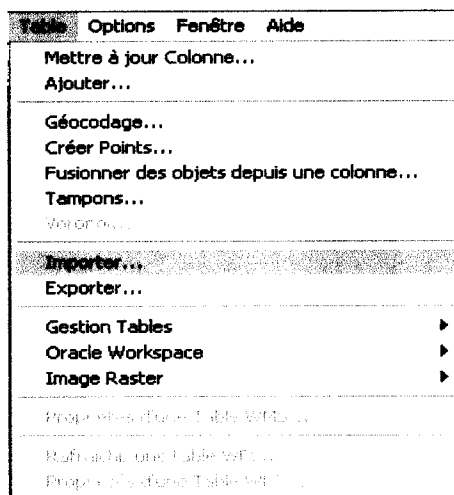


**Figure 2.27 : Exportation des données**

On note que le fichier .MID contient les informations attributaires et que le fichier .MIF contient la structure de la table et la géométrie (ainsi que la sémiologie associée). [P.B]

**II.3.9.4. Importer des données :**

Cette fonctionnalité sert à intégrer dans MapInfo des données provenant d'autres SIG notamment d'Autocad.



**Figure 2.28 : Importation des données**

Soit par l'intermédiaire de la commande Table/ Importer... ou plutôt par les commandes : « Outils/ Traducteur Universel ».

Cette fonctionnalité permet d'importer dans MapInfo des données aux formats d'Arc Info/Shape Files, Autocad, Intergraph Microstation et mapinfo. [9]

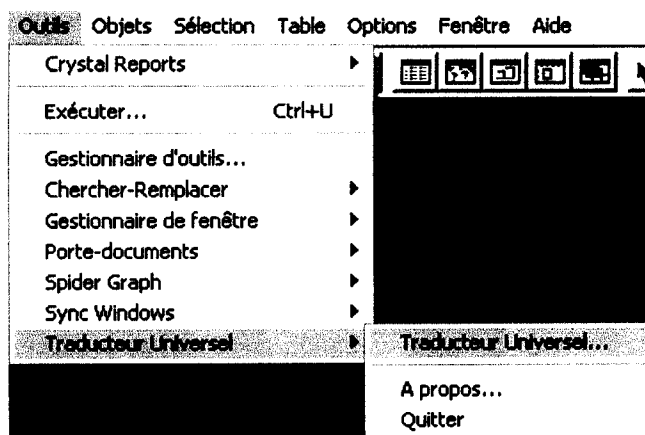


Figure 2.29 : traducteur universel

### II.3.10. La digitalisation :

La digitalisation permet d'élaborer une carte vectorielle. Pour que les tracés effectués sur la carte papier puissent être transférés dans MapInfo, on doit spécifier un certain nombre d'informations sur la carte. Cette opération est effectuée dans la boîte de dialogue Configuration de la tablette à digitaliser « *Projection de la carte* ».

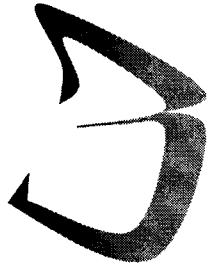
Les cartes sont dessinées à l'aide d'une projection qui sert à établir la relation entre la courbure de la terre et la planéité de la carte. Lorsqu'on fait entré au moins trois points de calage, MapInfo active le mode Digitalisation. Toutes les tâches de MapInfo peuvent se faire en mode digitalisation (zoom, sélection, distance...). Pour digitaliser un objet, il est nécessaire de choisir l'outil de dessin souhaité. [9]



*A présent on a une petite connaissance sur le domaine du tourisme et surtout le fonctionnement de l'outil cartographique de Google Maps et de MapInfo. Notre projet consiste alors à les utiliser pour réaliser une carte personnalisée touristique de la ville de Tlemcen, évidemment pour pouvoir geolocaliser n'importe quelle information des sites touristiques.*



# Chapitre



## ***Conception et Analyse du Système En question***

*Cette phase nécessite une méthode ou un langage permettant de mettre en place un modèle sur lequel on va s'appuyer. La modélisation consiste à créer une représentation virtuelle d'une réalité de telle façon à faire ressortir les points auxquels on s'intéresse.*

*Autrement dit ce chapitre va nous permettre une formalisation du système à développer en réponse à l'expression des besoins formulés par l'utilisateur.*



### III.1. UML (Unified Modeling Language):

UML est un langage d'analyse et de conception orienté objet défini par l'OMG (Object Management Group).

C'est un langage de modélisation graphique et textuel conçu pour construire, visualiser, et spécifier les systèmes d'information (BOOCH et al, 1998), (MORLEY et al, 2000). La notation UML repose sur deux concepts essentiels :

- La modélisation du mode réel au moyen de l'approche orientée objet ;
- L'élaboration d'une série de diagrammes facilitant l'analyse et la conception du système d'information, et permettant de représenter les aspects statiques et dynamiques du domaine à modéliser et à informatiser. [11]

### III.2. L'approche UML aux systèmes d'information géographique :

Nombreuses sont les tentatives d'application des méthodes de conception des systèmes d'information pour la mise en oeuvre des systèmes d'information géographique.

Les raisons les plus significatives de leur inefficacité dans la conception des systèmes d'information géographique :

- Ces méthodes reposent sur deux approches distinctes, privilégiant soit les données, soit les traitements. Or le fonctionnement d'un système d'information géographique repose justement sur une interdépendance étroite entre les données et les traitements.
- L'information géographique s'organise hiérarchiquement et les traitements qui sont appliqués sont souvent complexes et reposent aussi sur des processus d'agrégation de l'information. Or les méthodes proposées par les systèmes d'information d'entreprise ne prennent en compte que des traitements simples de type flux ou échange de données.
- L'utilisation des méthodes de conception des SI présuppose que soient, au préalable, clairement identifiés les besoins des applications et que l'on ait la maîtrise de leur évolution. Or en matière d'analyse spatiale, de gestion et de planification territoriale, les besoins s'identifient le plus souvent en fonction des données dont on dispose, des résultats issus des traitements réalisés, et de l'évolution des requêtes adressées par les utilisateurs.

Il est certain que la modélisation UML ayant été élaborée pour répondre aux besoins des systèmes d'information classiques n'est donc pas conçue, a priori, pour répondre aux spécificités des systèmes intégrant de l'information géographique. Ces derniers gérant à la fois des données graphiques et des données non graphiques sont considérés comme un cas particulier des SI.

Toutefois, il semble qu'a priori les principaux concepts proposés par UML soient pertinents pour l'analyse et la conception des systèmes de gestion et d'analyse des territoires. Cette approche peut constituer un support intéressant en termes d'acquisition des connaissances, de structuration de l'information géographique à intégrer dans l'outil à concevoir, et de spécification des fonctionnalités de l'outil. [P.A.D]

#### III.2.1. Acquisition des connaissances :

Par connaissances, nous entendons à la fois les données et l'information géographique mais aussi les relations qui les lient, et les traitements réalisés.



UML repose sur l'utilisation simultanée d'un graphisme simple et du langage naturel. UML est un langage qui possède un vocabulaire et des règles ; chaque symbole possède une sémantique bien définie.

Les diagrammes proposés sont facilement compréhensibles, ce qui favorise la communication entre les différents acteurs impliqués dans la mise en oeuvre du système d'information, à savoir, analyste, expert du domaine et utilisateurs.

De ce fait, ces diagrammes constituent un outil permettant d'acquérir les données et les connaissances à intégrer dans l'outil. Cette acquisition peut s'effectuer de façon incrémentale au fur et à mesure du processus de modélisation. [P.A.D]

### III.2.2. Structuration de l'information géographique :

Une démarche structurée et modélisatrice s'impose dans la conception d'un système d'information qu'il soit de type géographique ou non. L'intérêt d'utiliser l'approche UML pour la réalisation d'un système d'information géographique (au sens large du terme) réside dans l'association des diagrammes structurels et comportementaux.

Ceci permet d'intégrer dans un même schéma conceptuel les données et les traitements à réaliser sur ces données. Ainsi les spécificités des outils pour l'analyse spatiale sont mieux prises en compte, d'une part à travers le diagramme de classes qui offre un cadre conceptuel pertinent pour la structuration des données, d'autre part à travers le diagramme de sequence qui permet de prendre en compte les différents traitements effectués sur ces données, et donc leur évolution. Ainsi, l'ensemble des entités qui constituent le domaine d'étude peut être pris en compte.

Par ailleurs, la représentation centré-objet constitue une réponse à la modélisation des faits géographiques dont le caractère d'agrégation et de composition est particulièrement important. Ce type de représentation apparaît comme une possibilité pour la prise en compte des emboîtements spatiaux. [P.A.D]

### III.2.3. Spécification des fonctionnalités de l'outil :

Quelle que soit l'application envisagée, la description du problème auquel doit répondre l'outil à réaliser est une phase essentielle dans la mise en oeuvre d'un outil de type système d'information géographique. La pratique se résume trop souvent à élaborer l'outil en fonction des données dont on dispose et non pas en fonction des objectifs que l'on veut atteindre.

Ceci a pour conséquence l'accumulation d'une masse de données dont certaines peuvent apparaître peu pertinentes, voire redondantes, compte tenu des objectifs fixés, et contribuent à l'absence de structuration de la base de données. Les diagrammes de cas d'utilisation constituent en fait une aide à la spécification des différentes fonctionnalités du système. Ceci permet donc de déterminer les besoins du système non seulement en fonction des cas d'utilisation définis, mais aussi selon les catégories d'utilisateurs envisagés.

Par ailleurs ces diagrammes présentent l'intérêt de pouvoir être élaborés selon une démarche descendante au fur et à mesure de la modélisation, précisant et complétant ainsi les différentes fonctionnalités, mais aussi les entités du domaine étudié. [P.A.D]

**III.3. Démarche simplifiée proposée pour l'analyse :**

Nous proposons ici une démarche d'application UML qui se veut pragmatique. Cette démarche s'appuie d'une part sur notre vision du processus du développement et d'autre part sur notre propre expérience.

Nous proposons de suivre une démarche structurée en quatre étapes :

**III.3.1. Etape 1 : « Identification et représentation des cas d'utilisation »**

Il est important de démarrer l'analyse par le diagramme des cas d'utilisation (*Use Case*) pour donner une vision globale du comportement fonctionnel du système. Les cas d'utilisation du système seront mis en œuvre par les différents acteurs. Chaque cas d'utilisation doit faire l'objet d'une fiche descriptive permettant de mieux cerner les actions remplies et les premières classes envisagées pour la modélisation statique.

**III.3.2. Etape 2 : « Description et représentation des scénarios »**

Chaque cas d'utilisation se traduit par un certain nombre de scénarios. Chaque scénario fait l'objet d'une description textuelle. Chaque scénario est ensuite décrit sous forme graphique à l'aide du diagramme de séquence.

**III.3.3. Etape 3 : « Identification des classes et élaboration des diagrammes de classe »**

L'identification des classes est fournie par la synthèse des diagrammes de séquence. A partir des classes identifiées, on établit des diagrammes de classes par parties du système.

**III.3.4. Etape 4 : « Elaboration du package »**

C'est un mécanisme général qui permet de regrouper des éléments. Il facilite notamment la lecture de l'ensemble de diagrammes de classes en regroupant un ensemble d'éléments ayant des points communs par une seule représentation graphique.

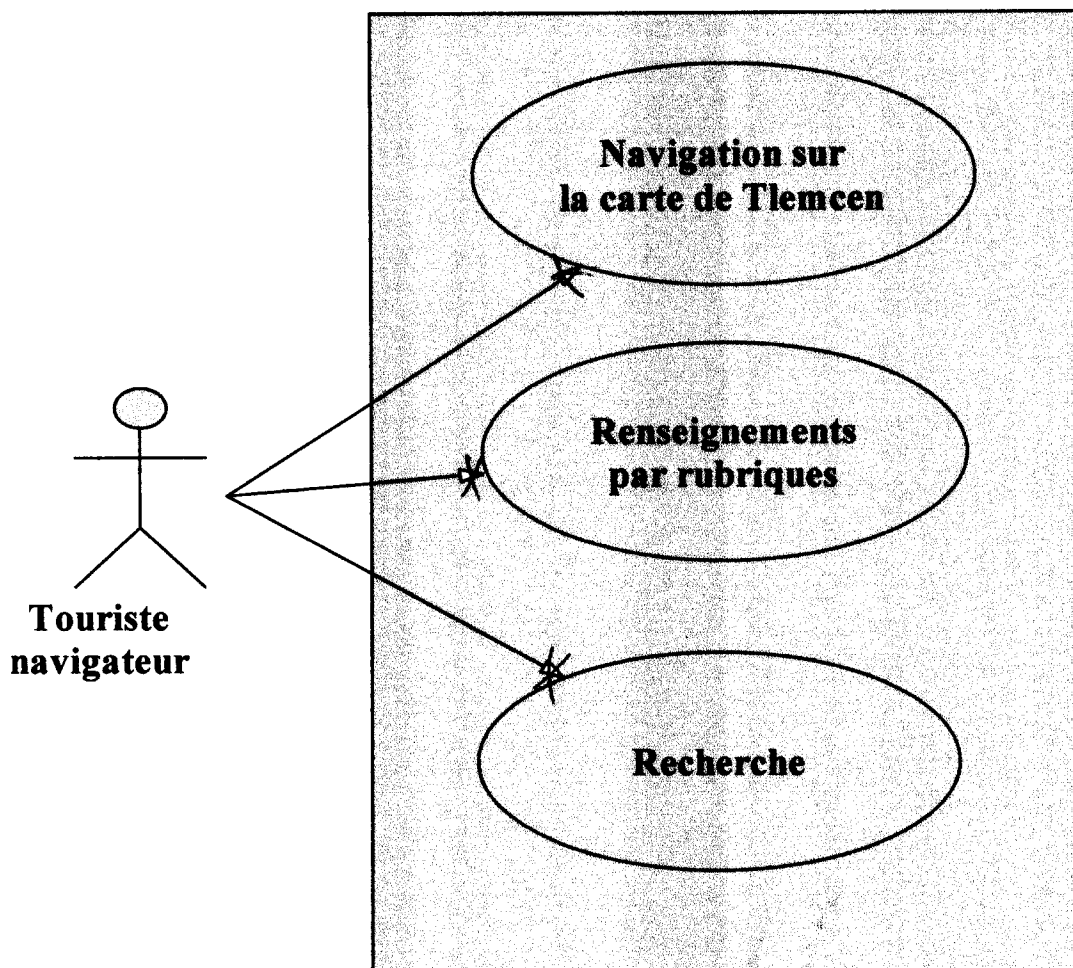
**III.4. Elaboration de la modélisation objet du SIG à l'aide d'UML :**

Nous allons mettre en œuvre la démarche d'application d'UML, en quatre étapes, que nous avons proposé :

**III.4.1. Etape 1 : « Identification et représentation des cas d'utilisation »**

Trois grands cas d'utilisation peuvent être identifiés :

- Cas d'utilisation 1 : Navigation sur la carte de Tlemcen.
- Cas d'utilisation 2 : Renseignements par rubriques.
- Cas d'utilisation 3 : Recherche.



**Figure 3.1 : Diagramme des cas d'utilisation (Use Case)**

### III.4.2. Etape 2 : « Description et représentation des scénarios »

#### III.4.2.1. Identification des scénarios :

Scénarios du cas d'utilisation « Navigation sur la carte de Tlemcen »

Trois scénarios caractérisent ce cas d'utilisation :

- Déplacement et Zoom.
- Visite par type carte.
- Affichage de l'information géographique.

Scénarios du cas d'utilisation « renseignements rubriques »

Un scénario caractérise ce cas d'utilisation :

- Information par type rubrique.

Scénarios du cas d'utilisation « Recherche »

Deux scénarios caractérisent ce cas d'utilisation :

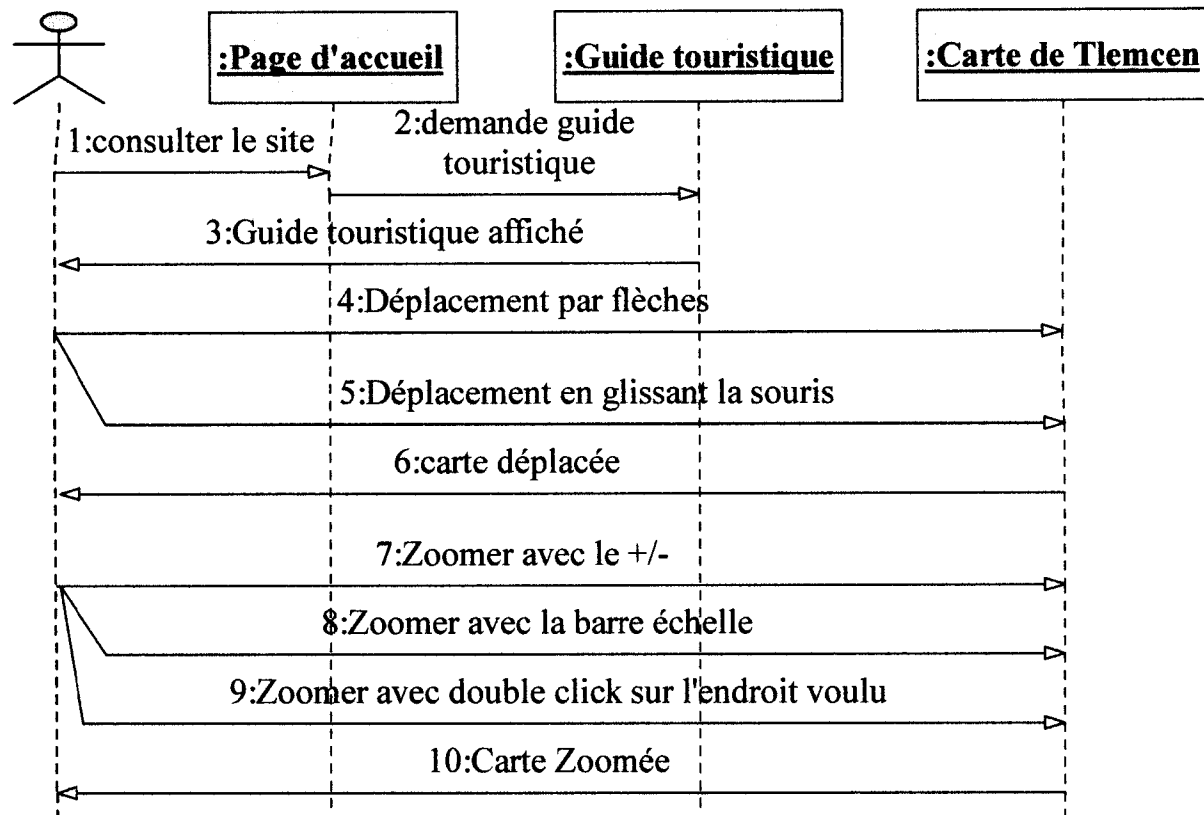
- Recherche par site touristique.
- Recherche par personnage.

**III.4.2.2. Les diagrammes de séquence :**

Le diagramme de séquence permet de mettre en évidence tous les objets intervenant dans ces scénarios.

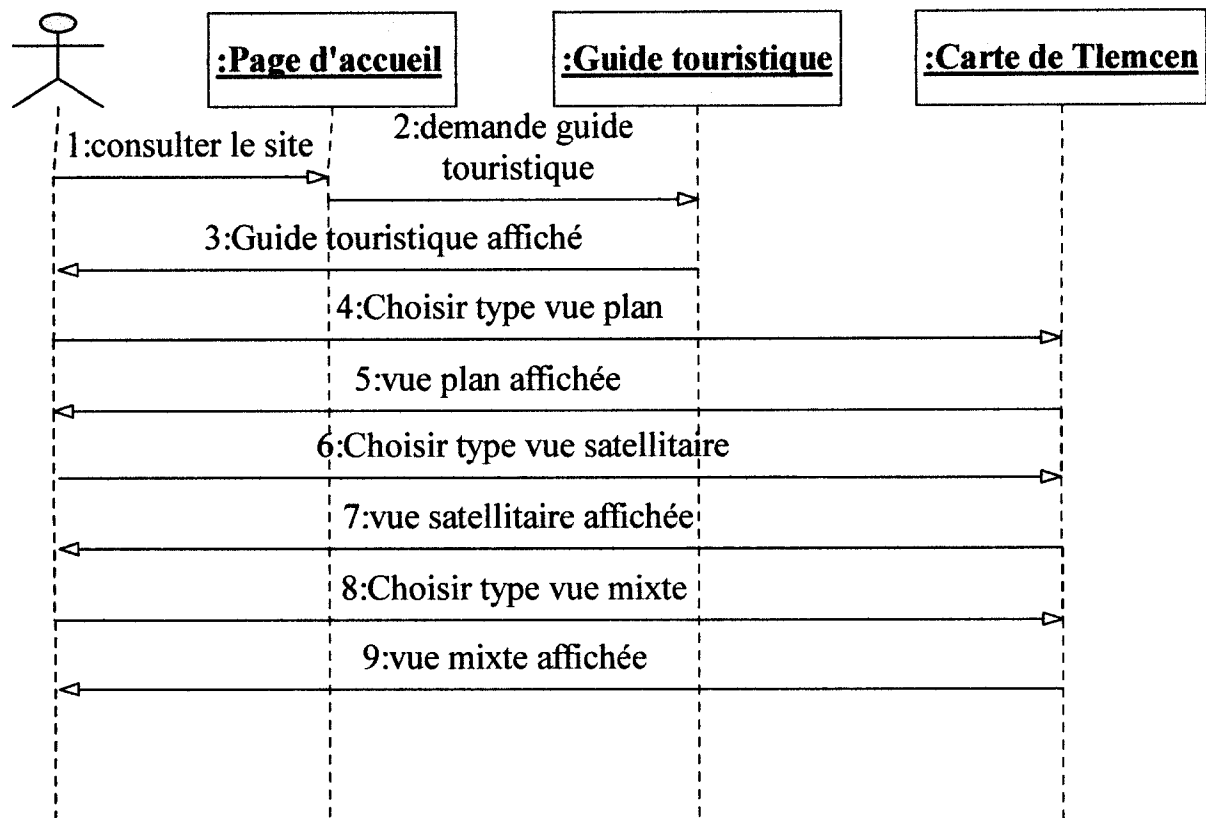
**III.4.2.2.1. Les scénarios du cas d'utilisation « Navigation sur la carte de Tlemcen » :**

**1. Déplacement et Zoom :**



**Figure 3.2 : Déplacement et Zoom**



**2. Visite par type carte :****Figure 3.3 : Visite par type carte**



3. Affichage de l'information géographique :

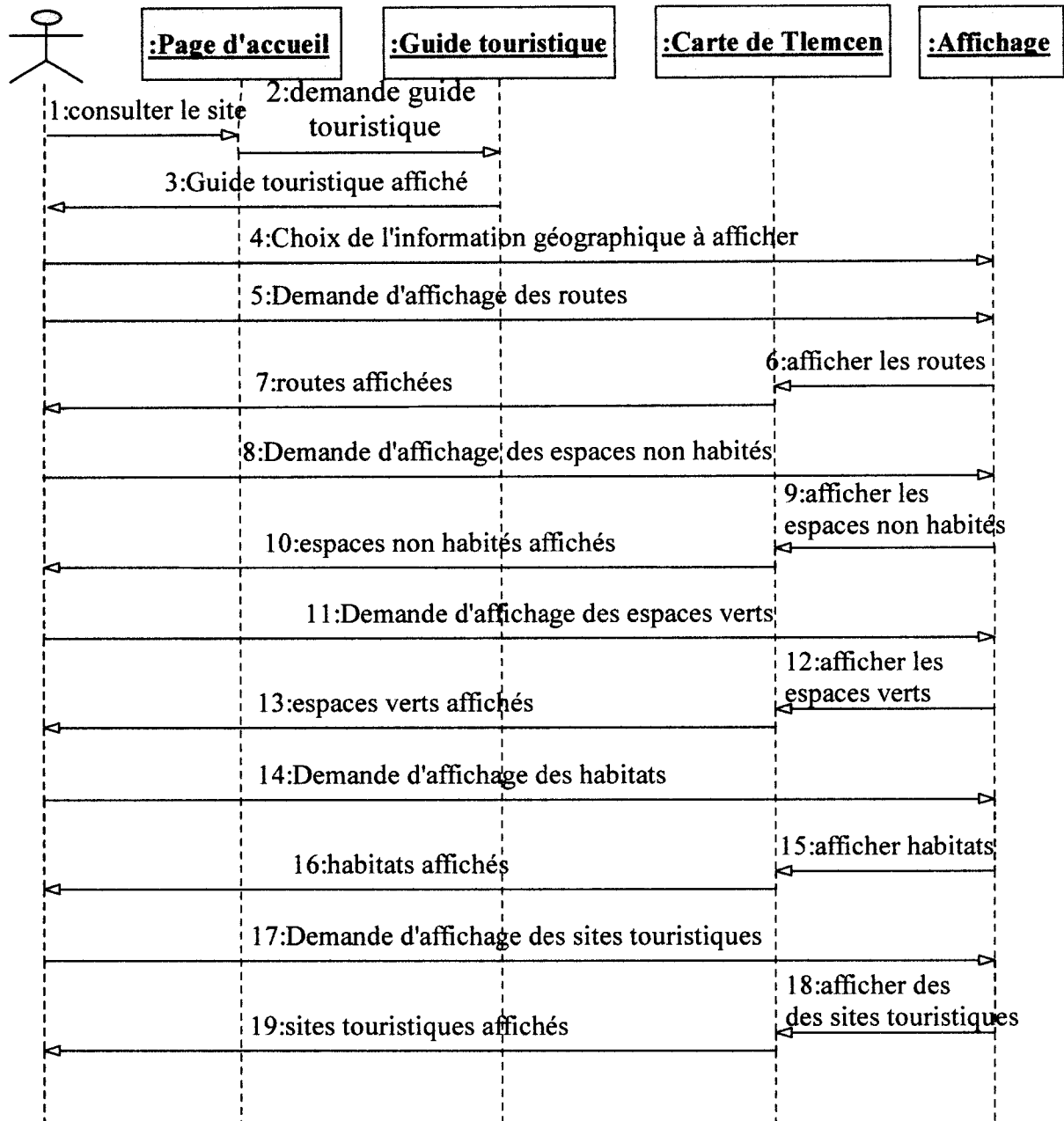


Figure 3.4 : Affichage de l'information géographique



### III.4.2.2.2. Le scénario du cas d'utilisation « Renseignements rubriques » :

#### 1. Information par type rubrique :

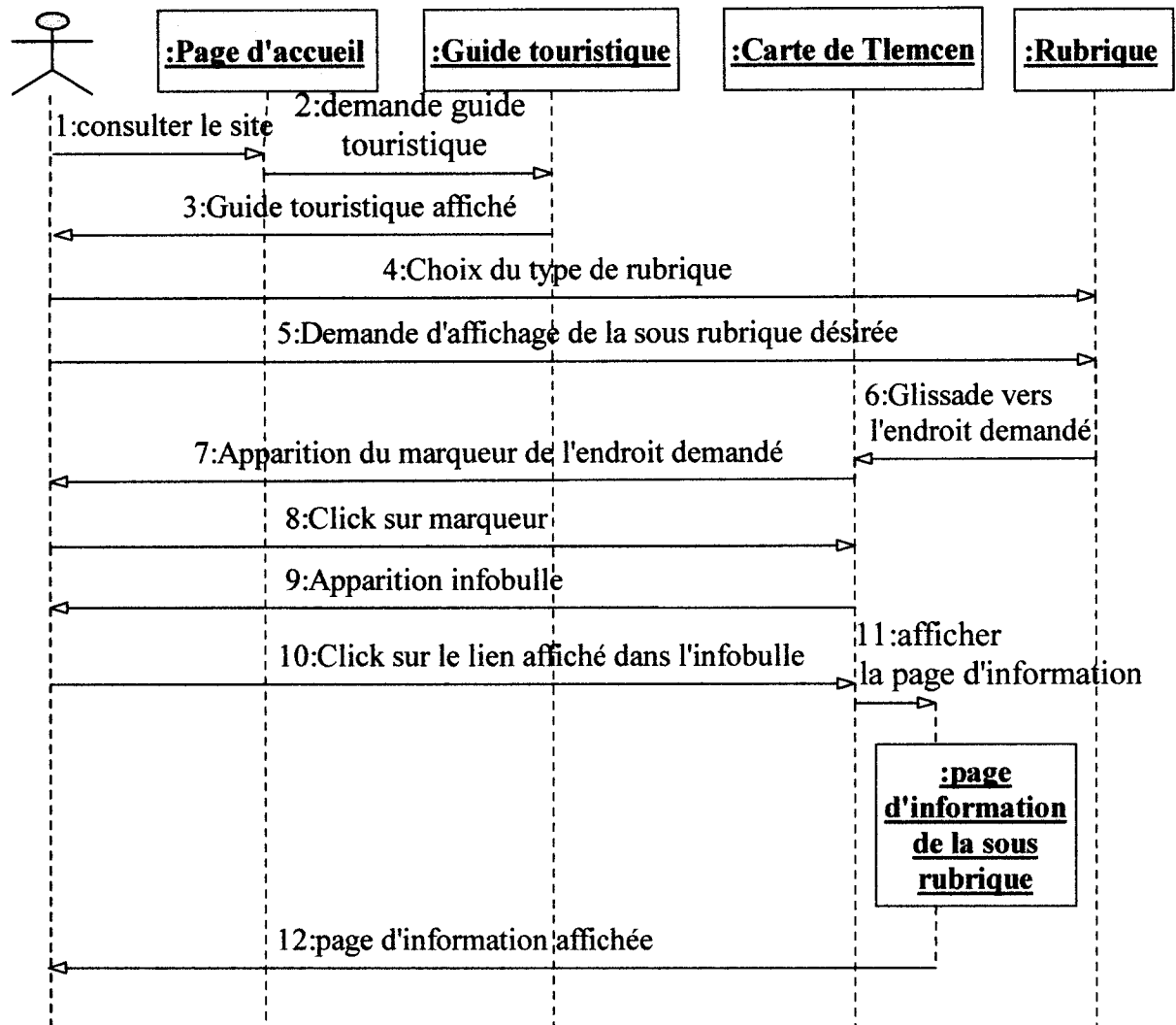


Figure 3.5 : Information par type rubrique

III.4.2.2.3. Le scénario du cas d'utilisation « Recherche » :

1. Recherche par site touristique :

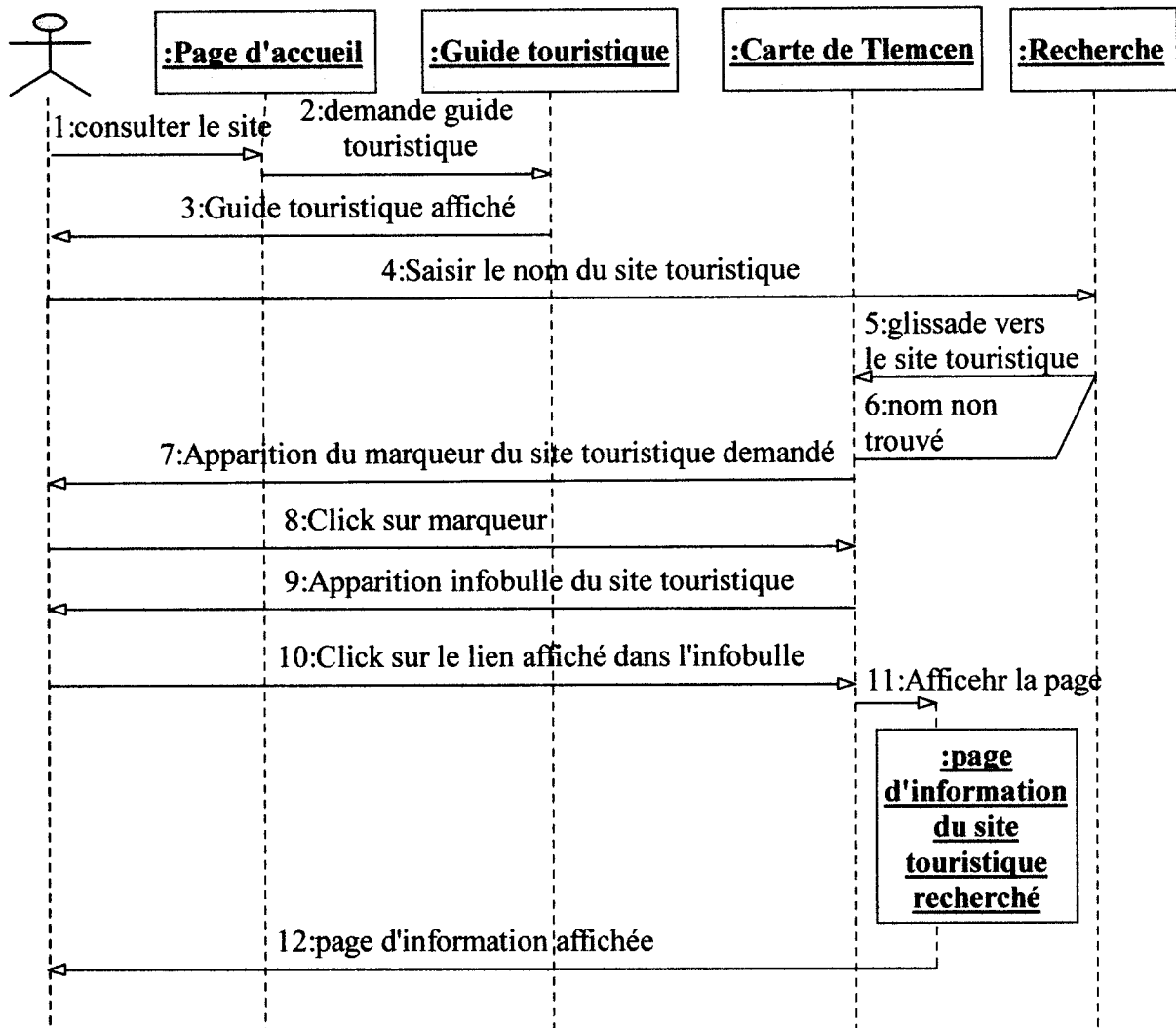


Figure 3.6 : Recherche par site touristique

2. Recherche par personnage :

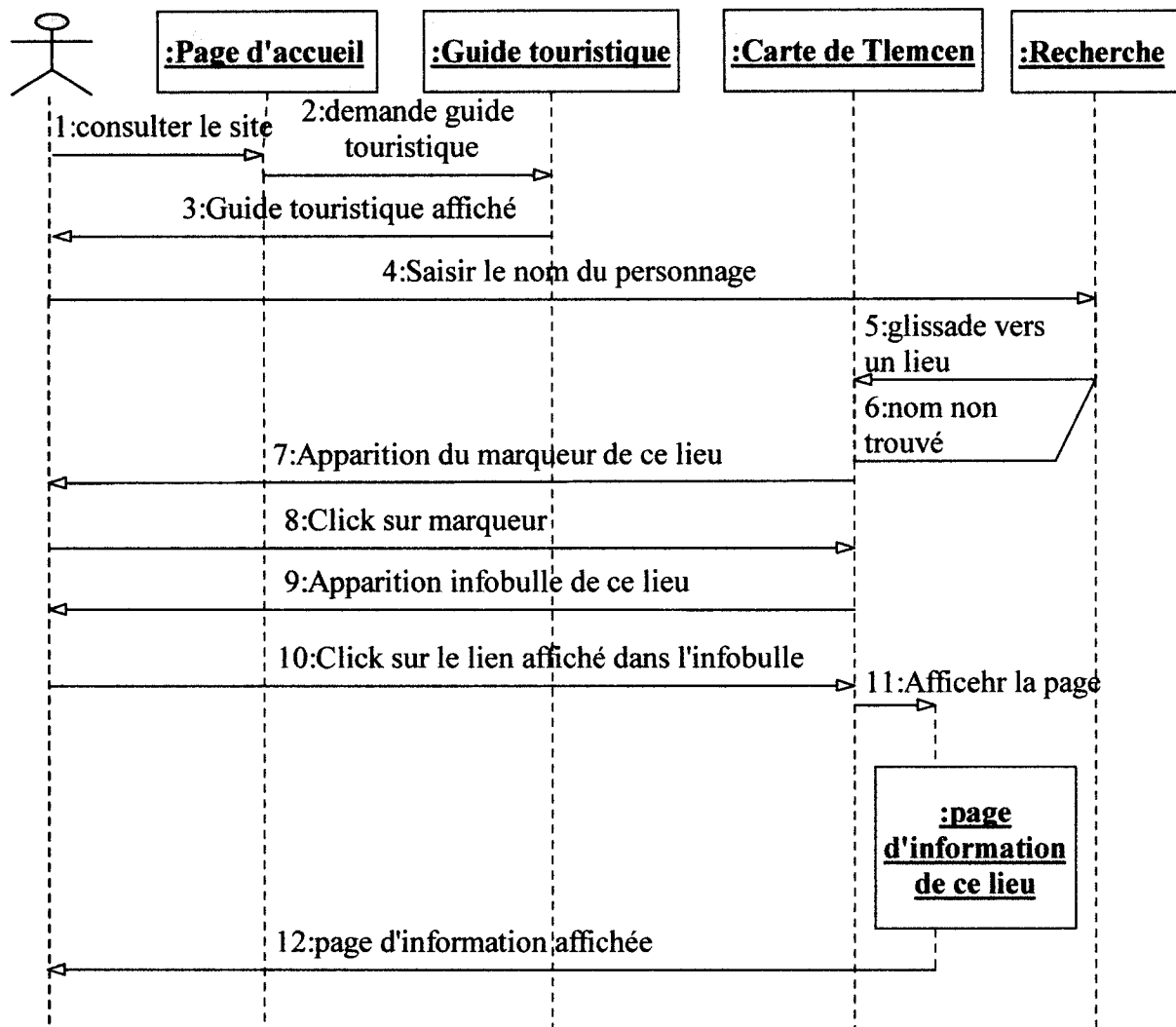


Figure 3.7 : Recherche par personnage

### III.4.3. Etape 3 : « Identification des classes et élaboration des diagrammes de classe »

#### III.4.3.1. Identification des classes :

L'ensemble des scénarios représentés a permis de mettre en évidence les classes suivantes :  
Les classes de « outils de contrôle » :

- Control
- Panning
- Zooming
- Plan
- Satellitaire
- Mixte
- Map

Les classes de « Information géographique » :

- Route
- Espace vert
- Espace non habité
- Habitat
- Site touristique

Les classes de « Recherche et renseignement rubrique » :

- Recherche
- Rubrique
- GMarker
- InfoWindow

#### III.4.3.2. Diagrammes de classes :

##### III.4.3.2.1. Modélisation de la partie « Outils de contrôle » :

Le rôle de cette partie est de donner la possibilité de mettre en disposition des outils de contrôle pour permettre à l'utilisateur de naviguer aisément sur la carte. Pour cela on a deux fonctions de contrôle « GMap Typecontrol » et « GMapcontrol » présentées sous formes de deux sous-classes de la classe mère « Control ».

La sous-classe « GMap Typecontrol » comprend trois types de classes «plan», « satellitaire » et « mixte », la deuxième sous classe «GMapcontrol » contient deux classes « panning » pour les déplacements et « zooming » pour les zooms.

Alors la carte en question peut contenir des classes de contrôle, cette carte est représentée sous forme de classe « Map ».

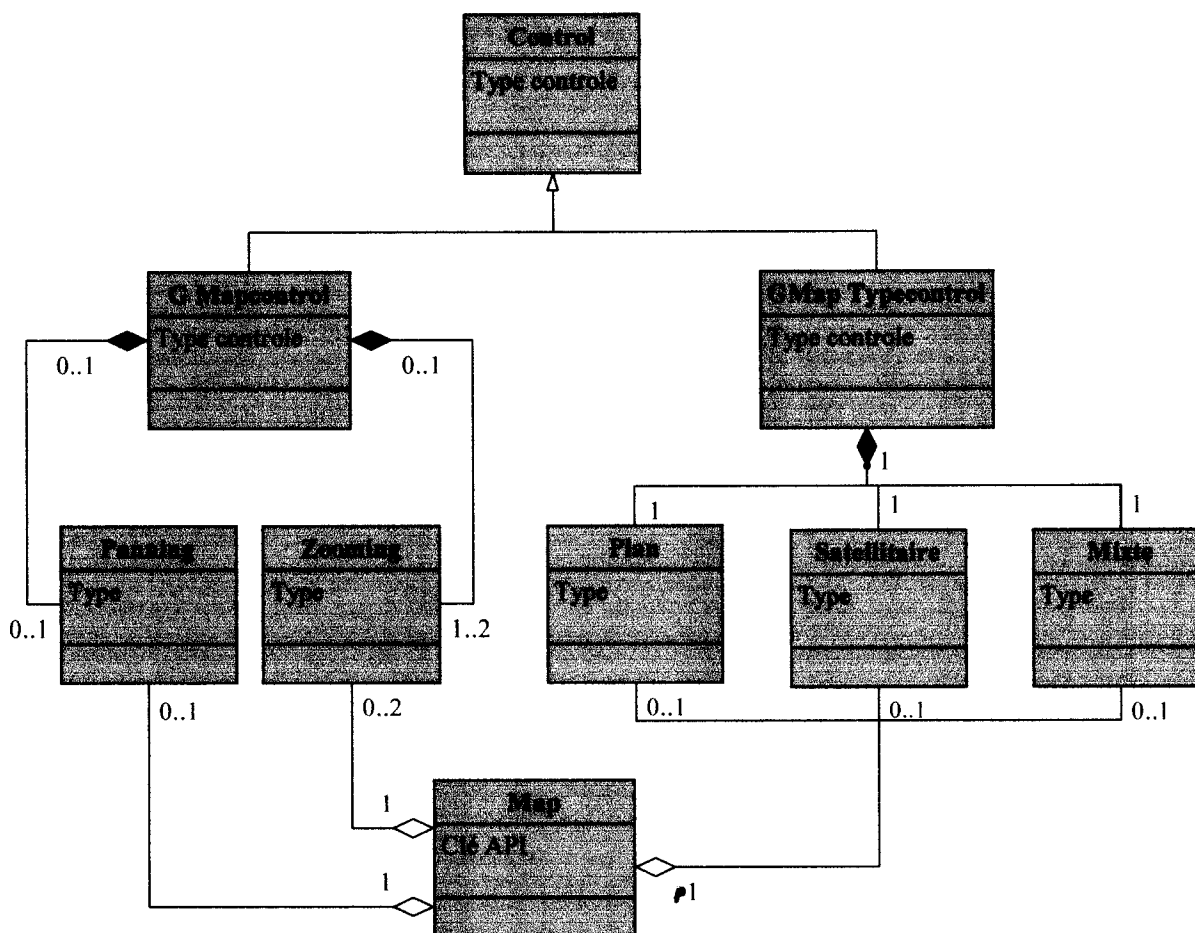






Figure 3.8 : Diagramme « Outils de contrôle »

**III.4.3.2.2. Modélisation de la partie « Information géographique » :**

Dans cette partie on va présenter les informations géographiques qui peuvent être affichés sur notre carte, alors on a cinq classes. La classe « espace non habité » qui peut comprendre la classe « espace vert », la classe « habitat », et la classe « site touristique ». Elle a aussi une association avec la classe « routes ». Chaque classe représentée va être accompagnée d'une composante spatiale.

**1. La composante spatiale :**

La composante spatiale peut être définie de plusieurs manières :

-  Objet linéaire
-  Objet surface
-  Objet touristique
-  Objet habitat

[G.C]



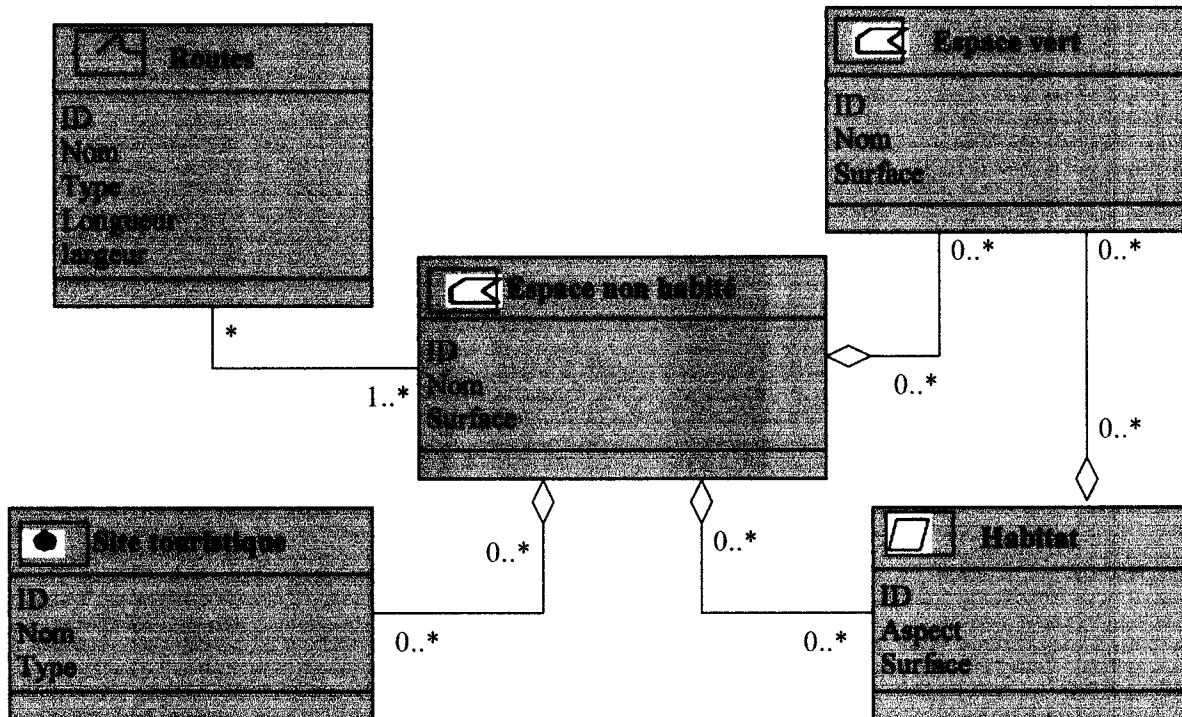


Figure 3.9 : Diagramme « Information géographique »

#### III.4.3.2.3. Modélisation de la partie « Recherche et renseignement rubrique » :

Cette partie permettra d'accomplir une recherche de saisie ou par site touristique ou par personnage c'est-à-dire que ces deux derniers sont les sous-classes « recherche par site touristique » et « recherche par personnage » de la classe « recherche », comme elle permettra aussi une recherche par rubrique qu'on va représenter sous forme de classe « rubrique ».

Ces deux formes de recherche mèneront à des renseignements guidés par des marqueurs présentés par la classe de la fonction « GMarker », chaque marqueur est accompagné par une infobulle ce qu'on a appelé la classe « InfoWindow ».

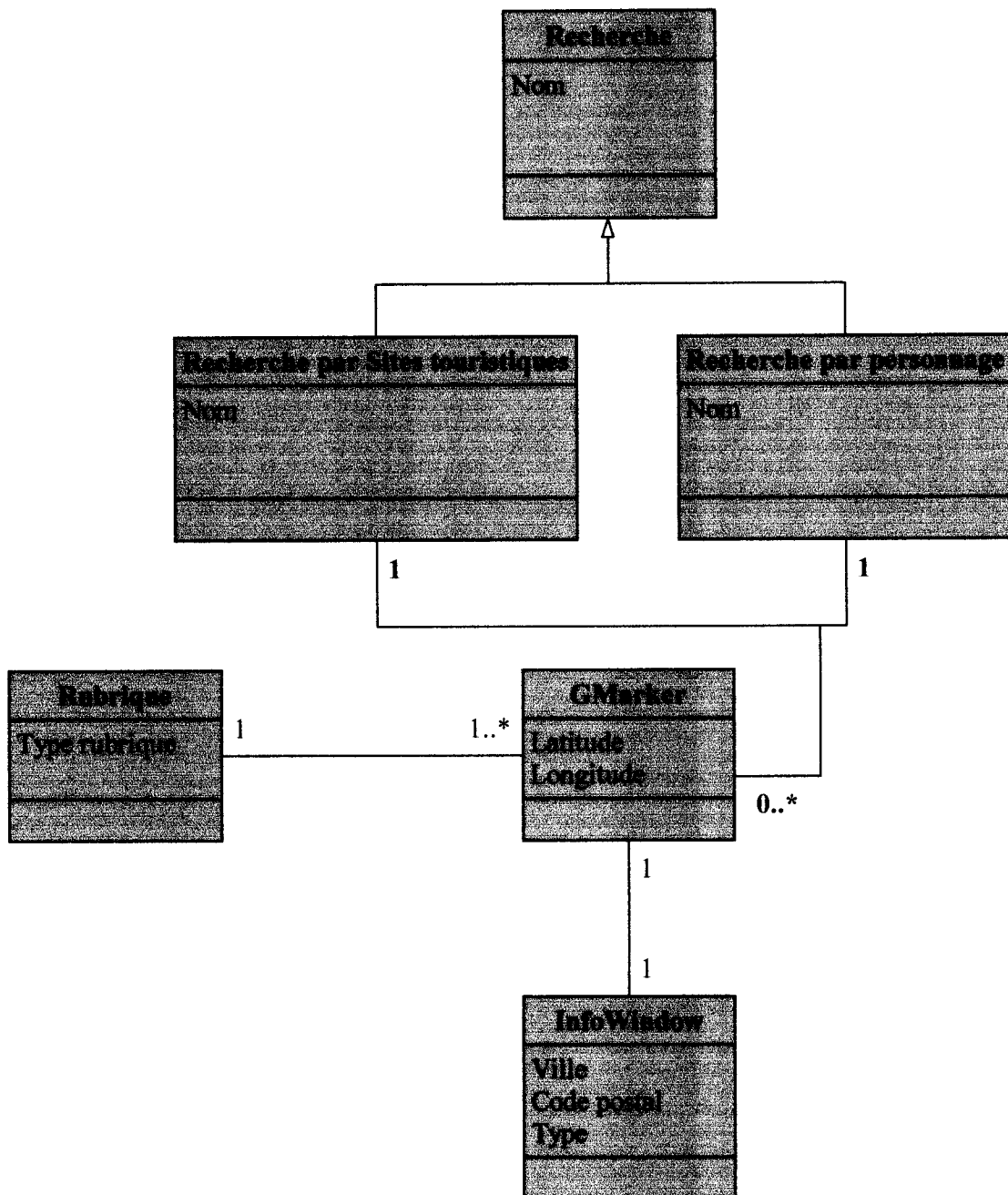


Figure 3.10 : Diagramme « Recherche et renseignement rubrique »

#### III.4.4. Etape 4 : « Elaboration du package »

Le package est utilisé principalement en analyse et conception objet pour regrouper les diagrammes de classes avec leurs associations.

Dans notre cas la carte peut être subit à une recherche de saisie ou à une recherche par rubrique alors la classe « Map » du diagramme « Outils de contrôle » peut contenir les classes « recherche » et « rubrique ». Toutes les informations géographiques seront affichées sur la carte selon la demande, alors la classe « Map » du diagramme « outils de contrôle » peut contenir les classes « routes », « espace vert », « espace non habité », « site touristique », et « habitat ».





*Après avoir fini la partie analyse et conception de notre SIG, il est aisé de dire que l'approche UML peut constituer le cadre conceptuel structuré et global, même si l'identification des besoins ne peut pas être faite de façon aussi précise et complète que pour un système d'information classique, UML donne la possibilité de modéliser les entités du domaine étudié, permettant ainsi de structurer l'information géographique et assurant une meilleure organisation de la base de données.*

*Le succès de notre projet dépend vraiment de la mise en évidence de la phase conception pour aboutir l'implémentation du web SIG.*

# Chapitre

# 4

## ***Implémentation et Réalisation***

*On passe à la partie implémentation du projet en question. Cette phase correspond à la mise en place d'un web SIG qui requiert l'utilisation de certains outils dont on en a cité et représenté en détail les deux plus importants dans notre projet.*

*La phase de ce chapitre reste la plus lourde et la plus consistante en charge par rapport à l'ensemble des autres phases (au moins 40%).*

## IV.1. Architecture technique:

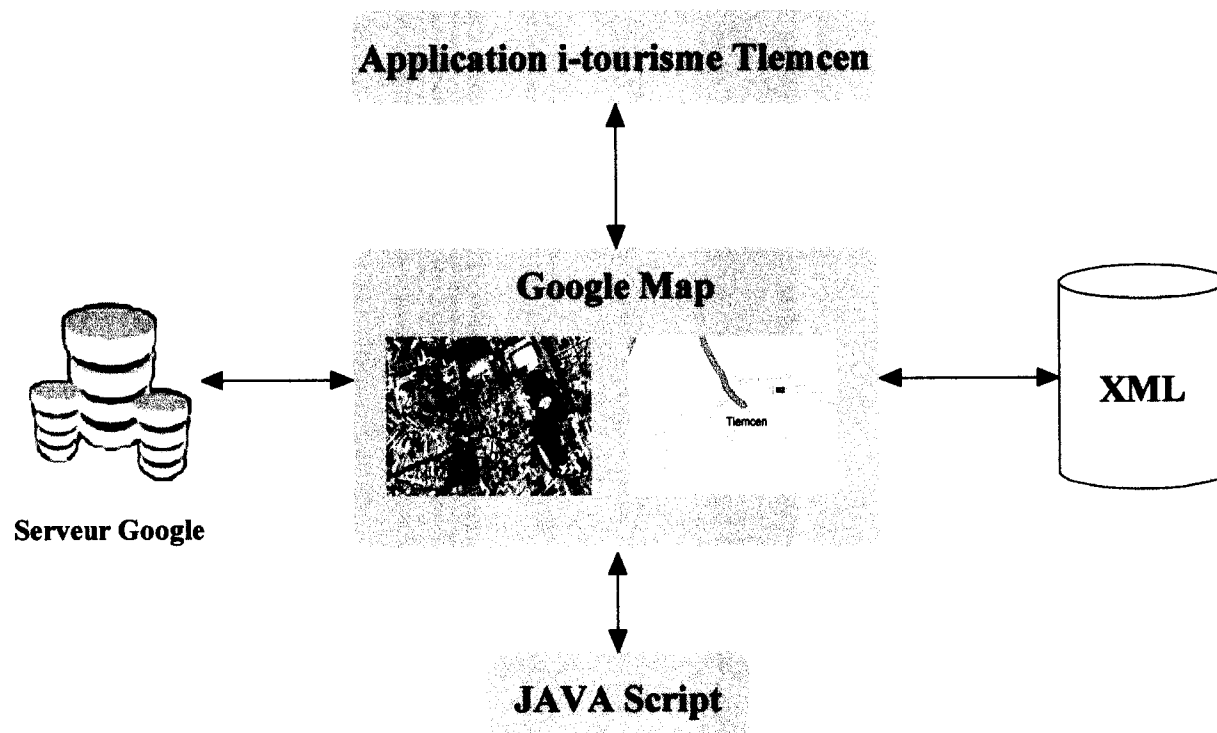


Figure 4.1 : architecture technique

La présentation de notre travail sous un profil technique oriente une réflexion plus particulièrement sur les contraintes liées à l'infrastructure.

Google a mis à notre disposition une API pour profiter des données disponibles à travers son service, on peut l'insérer dans notre site à l'aide d'une clé API. Cette dernière est incluse dans les appels distants aux *serveurs Google* via AJAX. Pour le fonctionnement du service, Google donne accès à AJAX (projet open source) proposant une bibliothèque *JavaScript*. Comme toutes les autres applications *Google Maps* repose fortement sur l'utilisation de *JavaScript*. Le chargement et le glissement d'image ne peuvent se faire sans ce code.

Selon le niveau de zoom, une carte peut-être découpée en plusieurs dizaines de milliers de carrés. Ce découpage est réalisé automatiquement par un script côté *serveur*. Lorsque l'utilisateur fait glisser l'image dans un sens, *JavaScript* calcul quels sont les carrés dévoilés, envoi au *serveur* une requête pour les images en question, et les affiche alignés aux autres. Chaque carré est stocké dans un fichier dont le nom indique sa longitude, sa latitude, et la valeur du zoom. [12]

Le tout nécessite donc une synchronisation parfaite entre ce que peut demander le code *JavaScript*, et ce qui est effectivement disponible sur le serveur. *JavaScript* est de retour sur scène comme langage clé dans la création de l'interface ayant la possibilité de charger des données asynchrones *XML* dans le navigateur. En résumé on intègre dans notre application *i-tourisme Tlemcen* une partie du service *Google maps* qui se ressource du *serveur Google* et qui nous fournit une API en se basant sur le *JavaScript* et le chargement de *data XML*.

## IV.2. Outils utilisés :

### IV.2.1. Mapinfo professional V8.0 :

L'outil cartographique Mapinfo (cité et présenté en détail au chapitre2) est :

- Reconnu comme étant l'outil cartographique le plus puissant et le plus intuitif en environnement bureautique, MapInfo Professional® est distribué dans 54 pays et représente un parc installé de plus de 300.000 licences dans le monde.
- La technologie MapInfo Professional® choisie par Microsoft® et Oracle®, fait l'objet de partenariats étroits avec les grands éditeurs tels que Business Objects, Oracle ... qui ont besoin d'associer la cartographie à leurs solutions.
- MapInfo Professional® permet d'afficher, de manipuler et d'analyser tout type de données, géographiques ou alphanumériques.

[12]

La Version 8.0 de mapinfo met l'accent sur l'accès et l'échange des données en proposant de nouveaux formats d'exportation et d'importation.

Elle permet :

- d'importer des fichiers aux formats AutoCAD 2004, DGN v8.
- d'ouvrir des fichiers ESRI Grid (aux formats texte ou binaire), CSV, ESRI Shape 3D avec les valeurs M et Z.
- d'exporter nos cartes MapInfo aux formats GIF, LZW TIFF et TIFF CCITT groupe 4.
- création, gestion et utilisation des Workspace Oracle.
- Les outils de dessin nous permettent une numérisation plus rapide et plus précise.

### IV.2.2. Les convertisseurs des fichiers tab-shp2 et shp2-KML :

Un "ShapeFile" ou "Fichier de Forme" est un format initialement développé par ESRI. Il contient toute l'information liée à la géométrie des objets décrits, qui peuvent être :

- des points
- des lignes
- des polygones

Son extension est classiquement SHP, et il est toujours accompagné de deux autres fichiers de même nom, et d'extensions :

- un fichier DBF, qui contient les données attributaires relatives aux objets contenus dans le shapefile
- un fichier SHX, qui stocke l'index de la géométrie

Les fichiers KML (Keyhole Markup Language) sont des fichiers XML permettant de définir des données géographiques qui peuvent être exploitées par Google Earth, Google Maps, Google Maps mobiles et d'autres programmes. [14]

#### IV.2.2.1. Le convertisseur AlterSIG-convert :

Ce logiciel est réalisé dans un but simple, faire de la conversion de fichiers concernant le domaine des SIG, dont il existe plus de formats différents que de logiciels.

Ce logiciel fait la conversion de plus d'une centaine de formats, dans notre projet on a besoin de convertir les fichiers tab en shp2. [16]

#### IV.2.2.2. Le convertisseur Shp2kml :

Shp2kml est un outil autonome qui transforme les couches SIG en couches lisibles sous Google Earth et Google Map. Il utilise l'entrée la plus commune celle du format des fichiers SIG (ESRI Shapefile) et il génère un fichier KML. [15]

#### IV.2.3. Avantage de Google Maps :

Après avoir présenter Google Maps en détails au chapitre2 parmi les avantages qu'on a pu déduire on a:

- C'est un service de recherche de services locaux et de géolocalisation
- Google Maps nous offre toutes les fonctionnalités nécessaires
- En plus d'avoir fondu des cartes de Google Earth on peut choisir d'afficher entre 3modes (plan, satellite, plan superposé à l'affichage satellitaire).
- Un autre avantage, rien n'est à installer sur le poste client.
- Autre nouveauté, Google Maps peut être disponible même sur les téléphones mobiles ! cependant une connexion haut débit est préférable.
- ... etc.

#### IV.2.4. XML :

XML (*eXtensible Markup Language*) est un langage de balisage, Le World Wide Web Consortium (W3C), promoteur de standards favorisant l'échange d'informations sur Internet, recommande la syntaxe XML pour exprimer des langages de balisages *spécifiques*.

Son objectif initial est de faciliter l'échange automatisé de contenus entre systèmes d'informations hétérogènes (dans notre cas les SIG).

Les avantages de XML se résument en :

- La lisibilité.
- Autodescriptif et extensible.
- Une structure arborescente
- Universalité et portabilité
- Déployable
- Intégrabilité
- Extensibilité

[16]

### IV.3. Description de l'application :

#### IV.3.1. Etape Mapinfo :

Dans un premier temps on intègre une image satellitaire prise de Google Maps, qui est considéré comme image raster (Mapinfo permet de travailler facilement avec des images raster) pour cela on doit la déclarer.

##### IV.3.1.1. Calage :

Caler une image raster signifie entrer des coordonnées géographiques et indiquer quels points de l'image correspondent à ces coordonnées après avoir défini la projection. Il est indispensable de caler une image raster avant de l'utiliser.

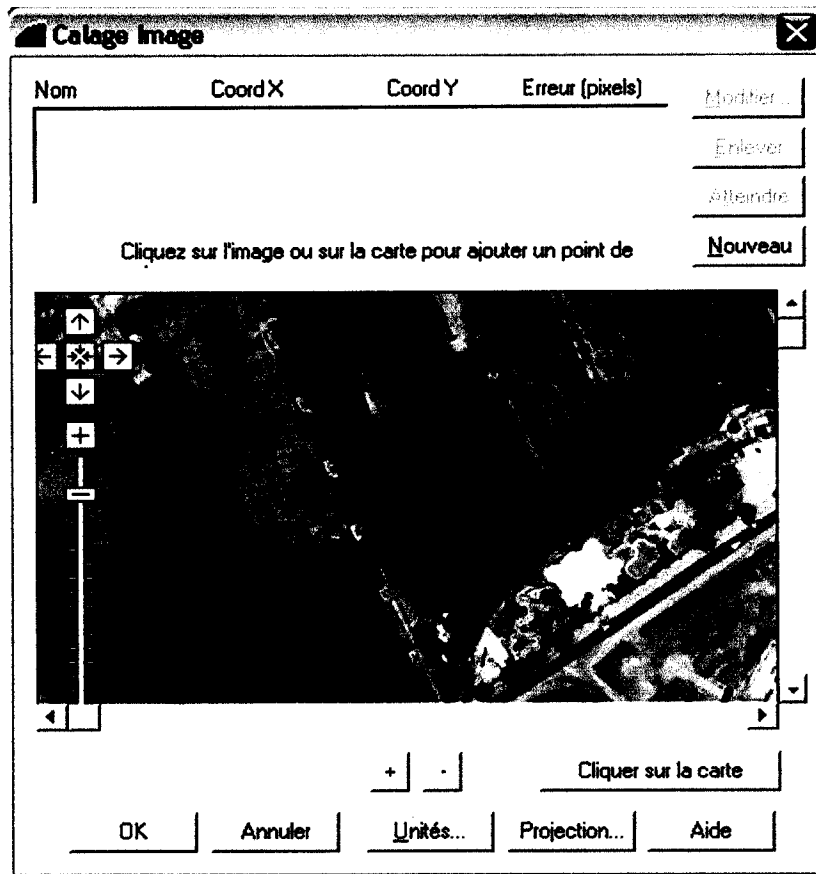


Figure 4.2 : Calage de l'image raster

On doit d'abord définir la projection, Google Maps utilise bien une projection Mercator. Cependant, bien que la géodésie soit basée sur le WGS84.

Pour l'ouest d'Algérie on utilise le WGS84 zone 31 Nord jusqu'à la ville de Mostaganem, au-delà de cette ville c'est la zone 32 (la ligne 0 de Greenwich).

Donc la projection qu'on doit utiliser pour Tlemcen est «Universal Transverse Mercator Zone 32 ».

UTM (Universal Transverse Mercator) : C'est un système de 122 projections. Il a été défini en 1950 par l'armée américaine pour représenter l'ensemble de la Terre.

Il est constitué par la juxtaposition de 120 projections Mercator Transverse conformes:

- 60 fuseaux de 6° pour couvrir le globe (entre 80°Sud et 80°Nord),
- 2 projections pour chaque fuseaux (Nord et Sud).

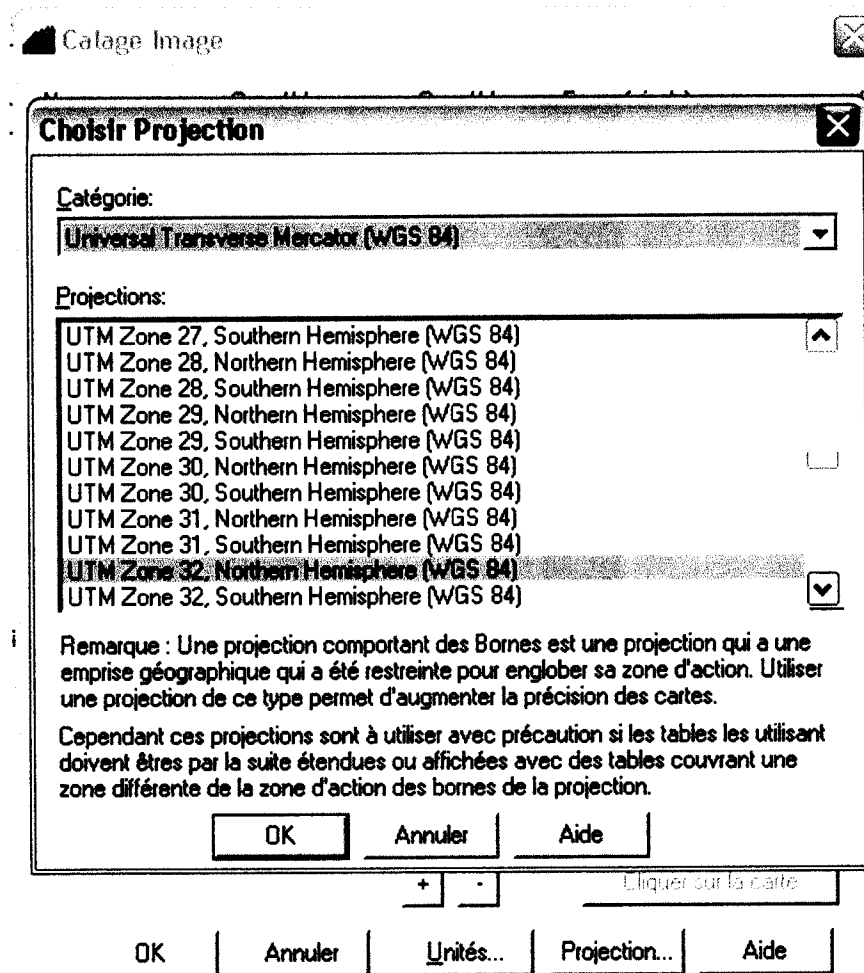


Figure 4.3 : Définition de la projection

On doit mettre par la suite l'unité « degrés »

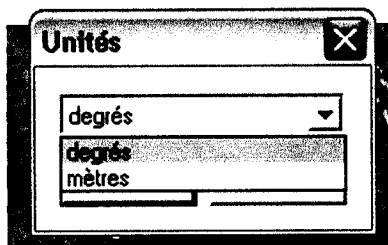


Figure 4.4 : Définition de l'unité

Il faut mettre au moins trois points de calage bien dispersés (il faut pas que ça soit aligné). Après avoir saisi notre point de calage on doit mentionner la latitude et la longitude du point choisi :



**Ajouter Point de Calage** [X]

Informations sur le Point de Calage:

Nom:

Carte X:  deg

Carte Y:  deg

Image X:

Image Y:

OK    Annuler    Aide


Figure 4.5 : Ajout du point de calage

On refait la même chose pour les deux autres points de calage.

**Calage Image** [X]

Nom	Coord X	Coord Y	Erreur (pixels)	
Pt 1	34,870807	-1,340309	0	Modifier...
Pt 2	34,869073	-1,343410	0	Enlever
Pt 3	34,870675	-1,337048	0	Atteindre

Cliquez sur l'image ou sur la carte pour modifier les coordonnées **Nouveau**



+   -    Cliquer sur la carte

OK    Annuler    Unités...    Projection...    Aide

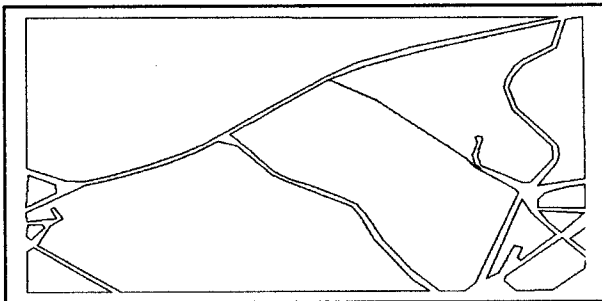
Figure 4.6 : Trois points de calage ajoutés

**IV.3.1.2. Vectorisation :**

La vectorisation (passage du raster au vecteur) correspond à la conversion d'une matrice de pixels en une image constituée de vecteurs avec des éléments géographiques individualisés. Pour la vectorisation on utilise les outils « dessins » qui permettent de faire des points, des lignes et des polygones. Chaque couche représente un type topologique, il est préférable de mettre chaque type dans une couche dont plusieurs objets différents peuvent être du même type.

Par exemple pour la partie du site touristique « Mansourah » qu'on vient de caler on a :

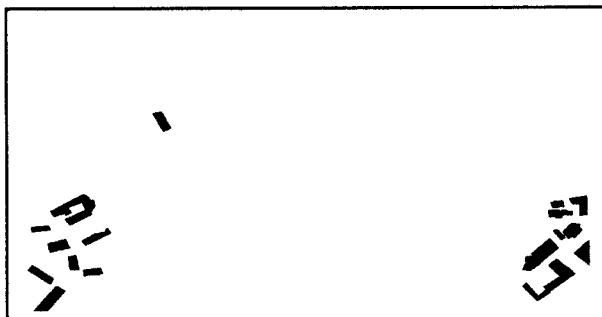
- La couche *espaces non habités*
- La couche *espaces verts*
- La couche *habitats*
- La couche *sites historiques*
- La couche *routes*



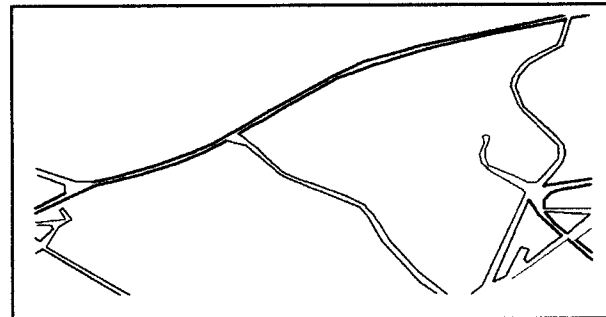
**Figure 4.7 : couche espace non habité**



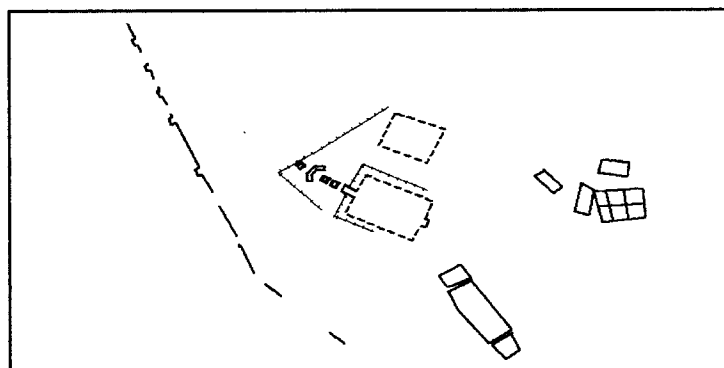
**Figure 4.8 : couche espace vert**



**Figure 4.9 : couche habitats**



**Figure 4.10 : couche routes**



**Figure 4.11 : couche sites touristique**

La superposition des cinq couches donne ceci :

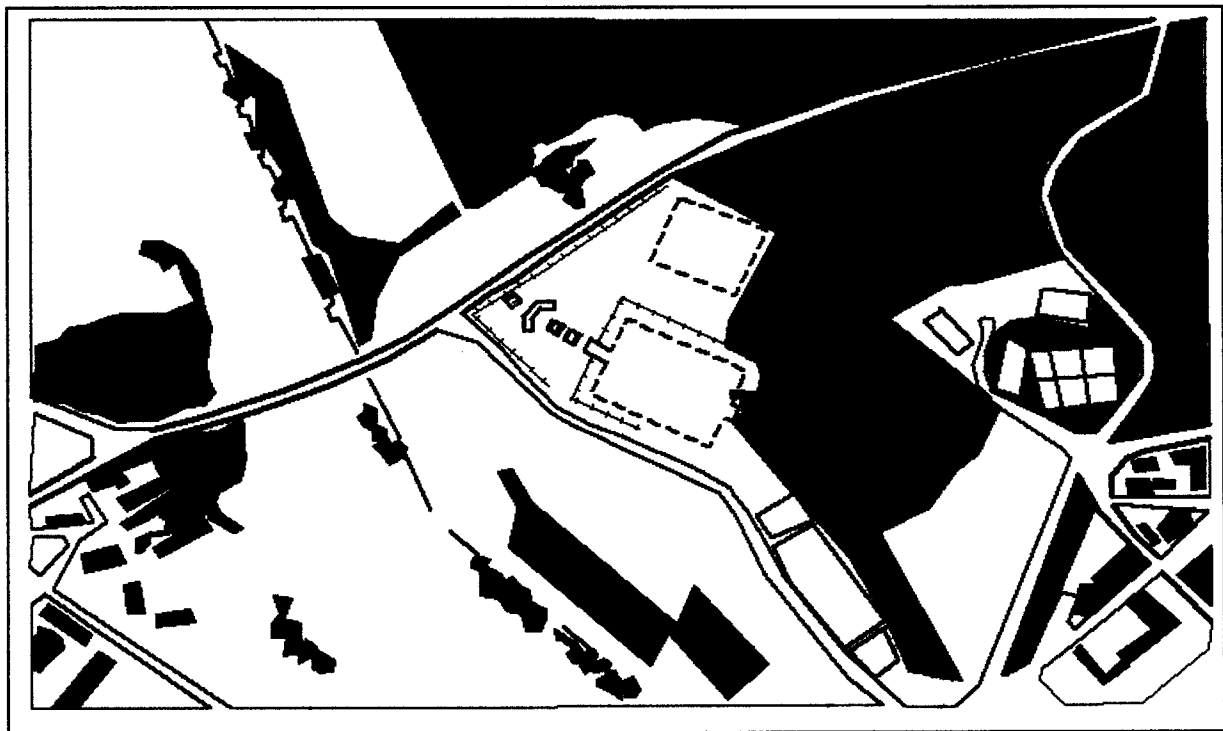


Figure 4.12 : superposition des cinq couches

#### IV.3.1.3. structure de table :

Pour chaque couche on doit créer une structure de table, pour cela on passe par le menu « Table » puis « Gestion tables » pour modifier la structure par défaut.

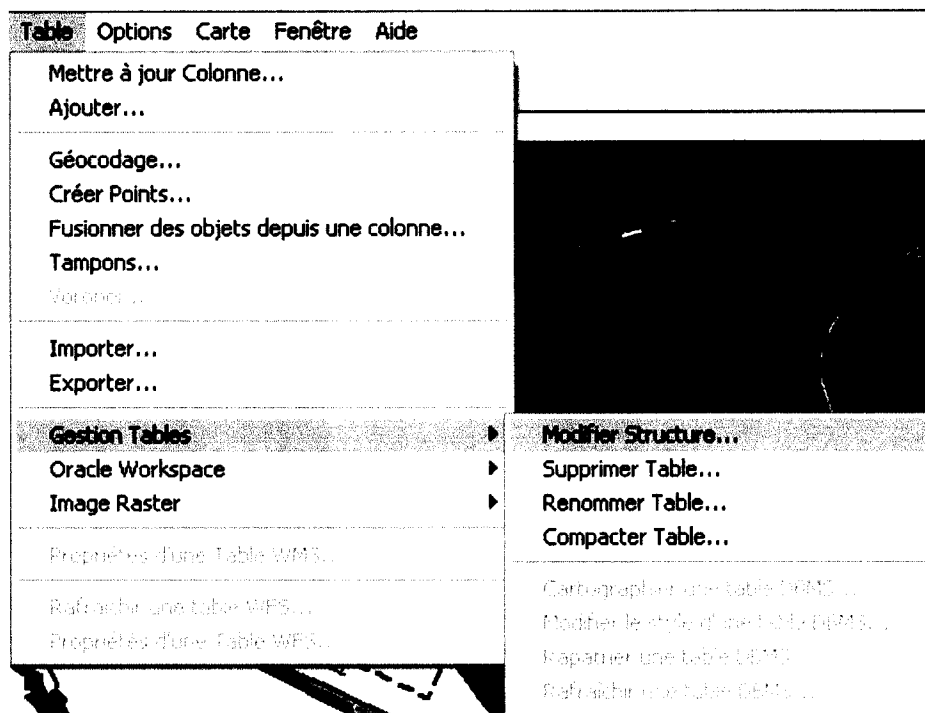


Figure 4.13 : Modification structure

Une boîte de dialogue apparaît la ou on doit choisir et sélectionner une table pour modifier sa structure.

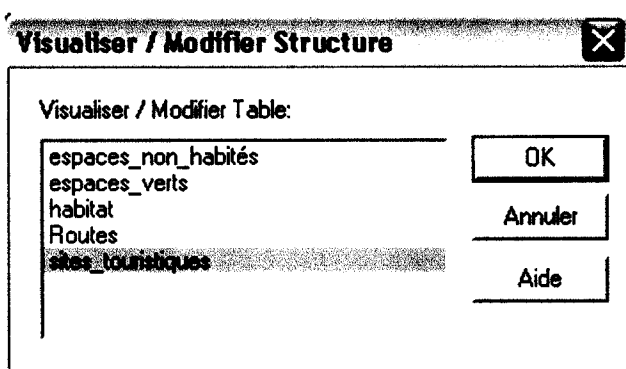


Figure 4.14 : sélection de la table

Une fois on a choisi la table qu'on doit modifier une autre boîte de dialogue est apparue, dans cette dernière on ajoute tous les champs qu'il faut pour cette table, tout en mentionnant le nom et le type de chaque champ ajouté.

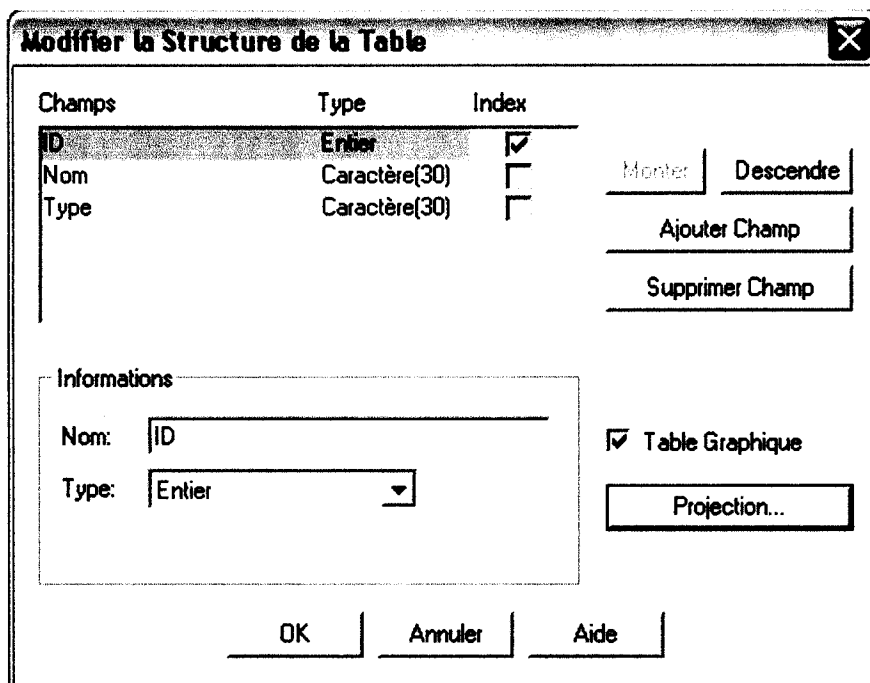


Figure 4.15 : Ajout des champs

Ensuite sur la barre « Général » on clique sur le bouton « informations » puis sur l'objet désiré pour remplir les champs par les informations voulues. Par exemple pour la couche sites touristiques on clique sur chaque objet pour remplir la table d'information (ID, Nom, Type).

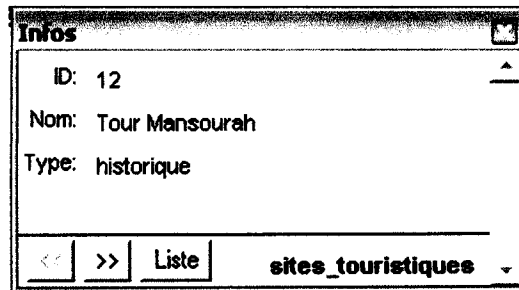


Figure 4.16 : Informations

#### IV.3.2. Insertion de la carte Google Maps :

Google nous permet de partager la carte qu'on souhaite depuis son site internet. Pour une première démarche il nous faut un compte.

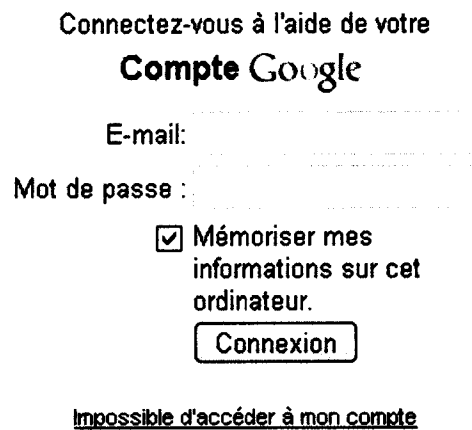


Figure 4.17 : Compte Google

Maintenant on souhaite afficher la carte de la ville de Tlemcen sur notre site pour cela on a besoin d'une API-key, on doit renseigner la page avec le site sur lequel sera affichée la carte que nous allons créer.

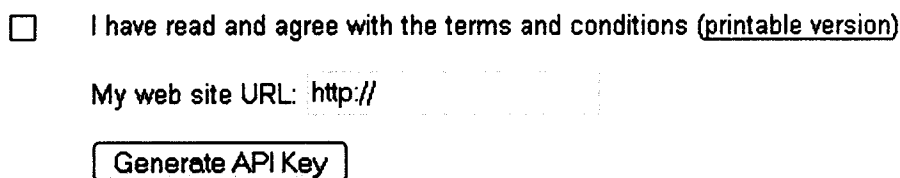


Figure 4.18 : API key

Il faut localiser un point géographique sur Google Maps à l'aide d'une coordonnée sous la forme latitude / longitude. La navigation sera ensuite possible via certains composants permettant de réaliser :

- Zoom / Dé zoom
- Déplacement à l'aide de boutons

- Déplacement à l'aide de la souris (draggable)

La première ligne dans le code source HTML est la suivante :

```
<script
src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2.89&a
mp;key=ABQIAAAAln7f6UcqxtwlZzKu84LzpxR6ANHbyr
xr5si5MVoYQxtlqG2m8RSUW2MmaZeJr44IY4a3aXvWR
47zCg"
type="text/javascript"></script>
```

Celle-ci permet de faire appel au script conçu par Google pour manipuler les fonctionnalités de Google Maps. Cette ligne précise également l'utilisation de l'API.

```
<div id="map" style="width: 400px; height:
300px"></div>
```

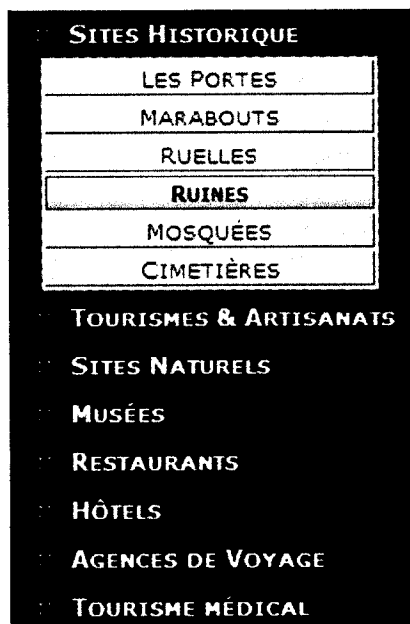
La division utilisée ici, va par la suite contenir la carte plan ou satellitaire. Il est possible de limiter les dimensions de la carte en limitant celles de la division.

```
<script
src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2.89&a
mp;key=ABQIAAAAln7f6UcqxtwlZzKu84LzpxR6ANHbyr
xr5si5MVoYQxtlqG2m8RSUW2MmaZeJr44IY4a3aXvWR
47zCg"
type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript">
//

function load() {
  if (GBrowserIsCompatible()) {
    var map = new
GMap2(document.getElementById("map"));
    map.addControl(new GMapTypeControl());
    map.addControl(new GScaleControl());
    map.addControl(new GLargeMapControl());
    map.setCenter(new GLatLng(34.88077352063407, -
1.3169646263122559), 13);</pre></div>
```

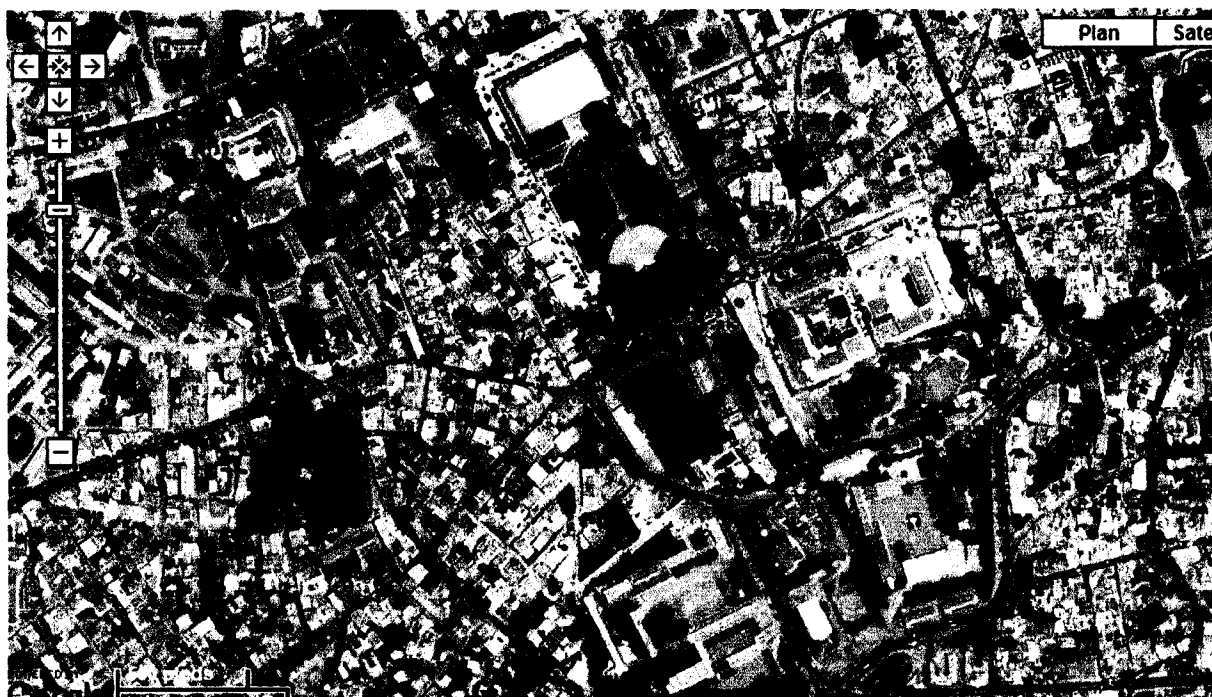
**IV.3.3. Description du site web :**

On a élaboré un menu sur le site qui contient des rubriques présentant les divers sites touristiques de Tlemcen.



**Figure 4.19 : Menu**

On a inséré les outils déplacement/zoom et type de vue sur La carte de Google Maps qu'on a intégré, et pour chaque site touristique un marqueur.



**Figure 4.20 : carte intégrée**

Quand le visiteur choisit et clique sur la rubrique souhaitée, comme par exemple la sous rubrique « ruines » de la rubrique sites historiques, les marqueurs qui concernent les ruines apparaissent, et une fois il clique sur le marqueur du « grand bassin » par exemple une info bulle apparaît au dessus.

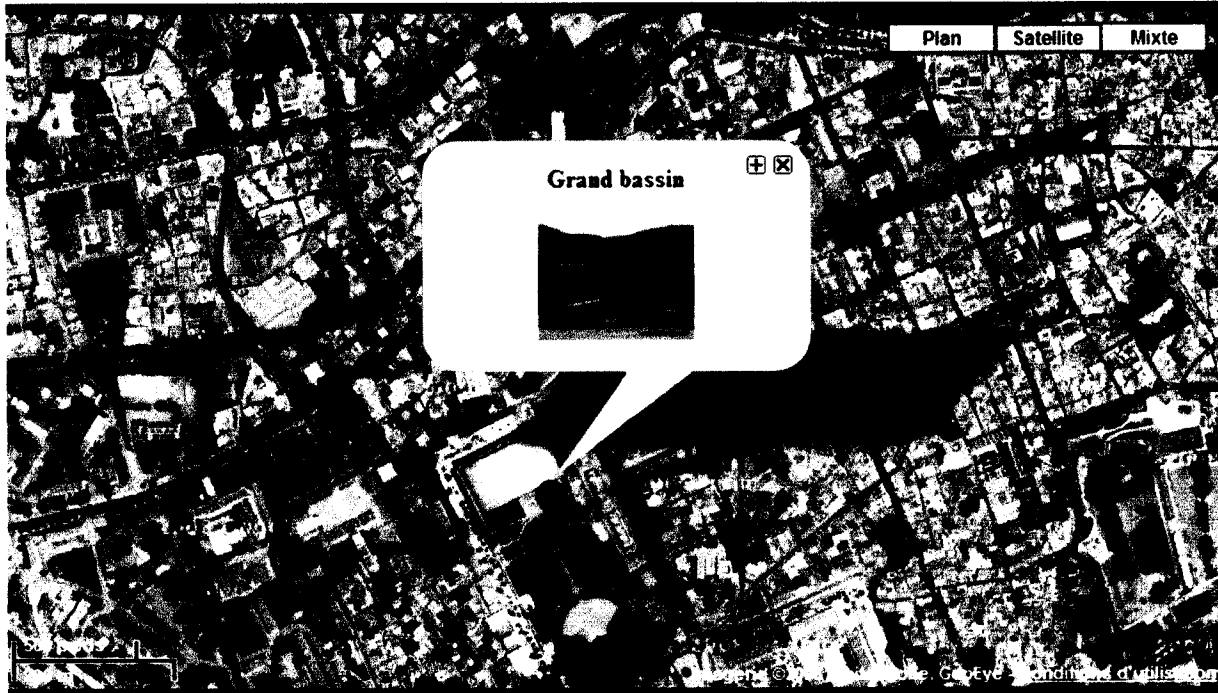


Figure 4.21 : grand bassin

En appuyant sur le lien + sur l'infobulle du site touristique désiré sa page d'information s'affiche comme l'exemple suivant concernant le site de « la grande mosquée ».

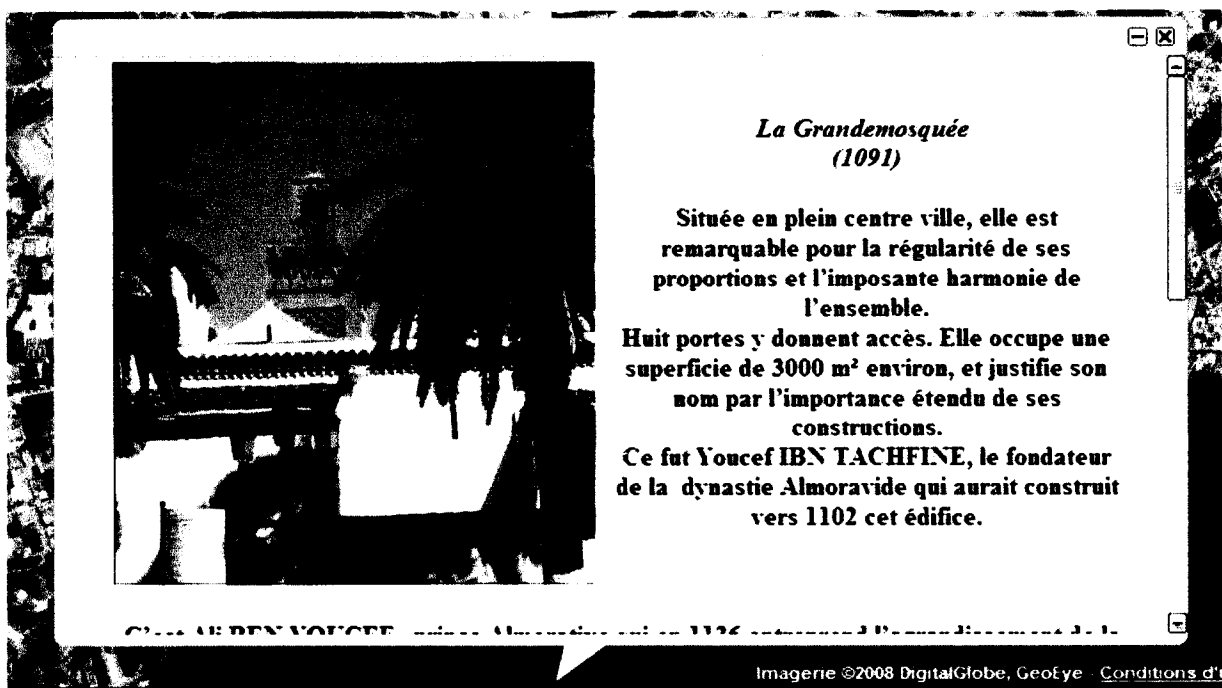
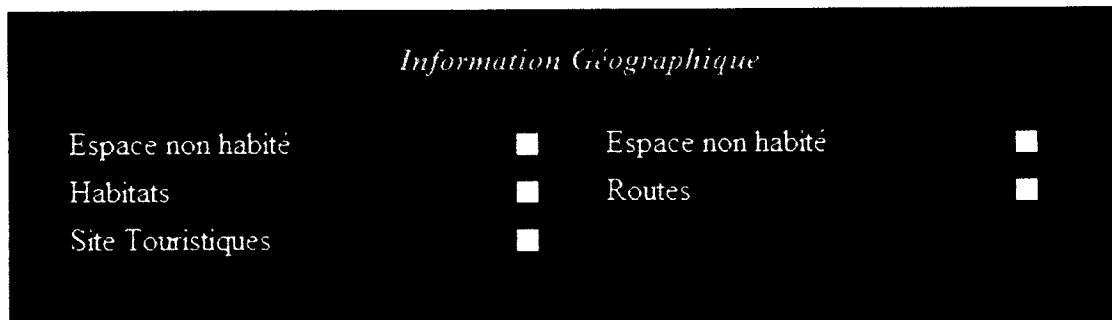


Figure 4.22 : Informations grandes mosquée



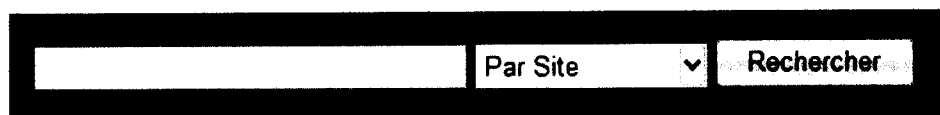
Après avoir fait la superposition de nos parties de carte géographique faites sur MapInfo Professional V8.0, on fait la conversion des .TAB en SHP, et on convertit ce dernier en fichier KML puisque Google Maps peut le lire.

Dans notre application on a réalisé la partie Information géographique avec laquelle on peut afficher des espaces non habités, des espaces habités, des routes, des habitats, et/ou des sites Touristiques.



**Figure 4.23 : Information géographique**

Le visiteur peut aussi effectuer une recherche de sites touristiques ou de personnages concernant nos sites touristiques sur la carte.



**Figure 4.24 : Recherche**

Donc finalement notre web SIG est représenté par exemple sous la forme suivante :

**1ere étape :** Cliquer sur la sous-rubrique « ruines ».



Figure 4.25 : Apparition des marqueurs

2eme étape : Cliquer sur le marqueur du « grand bassin » par exemple.





Figure 4.26 : Apparition de l'infobulle

**3eme étape :** cliquer sur le + pour afficher la page des informations de la « grande mosquée » par exemple.

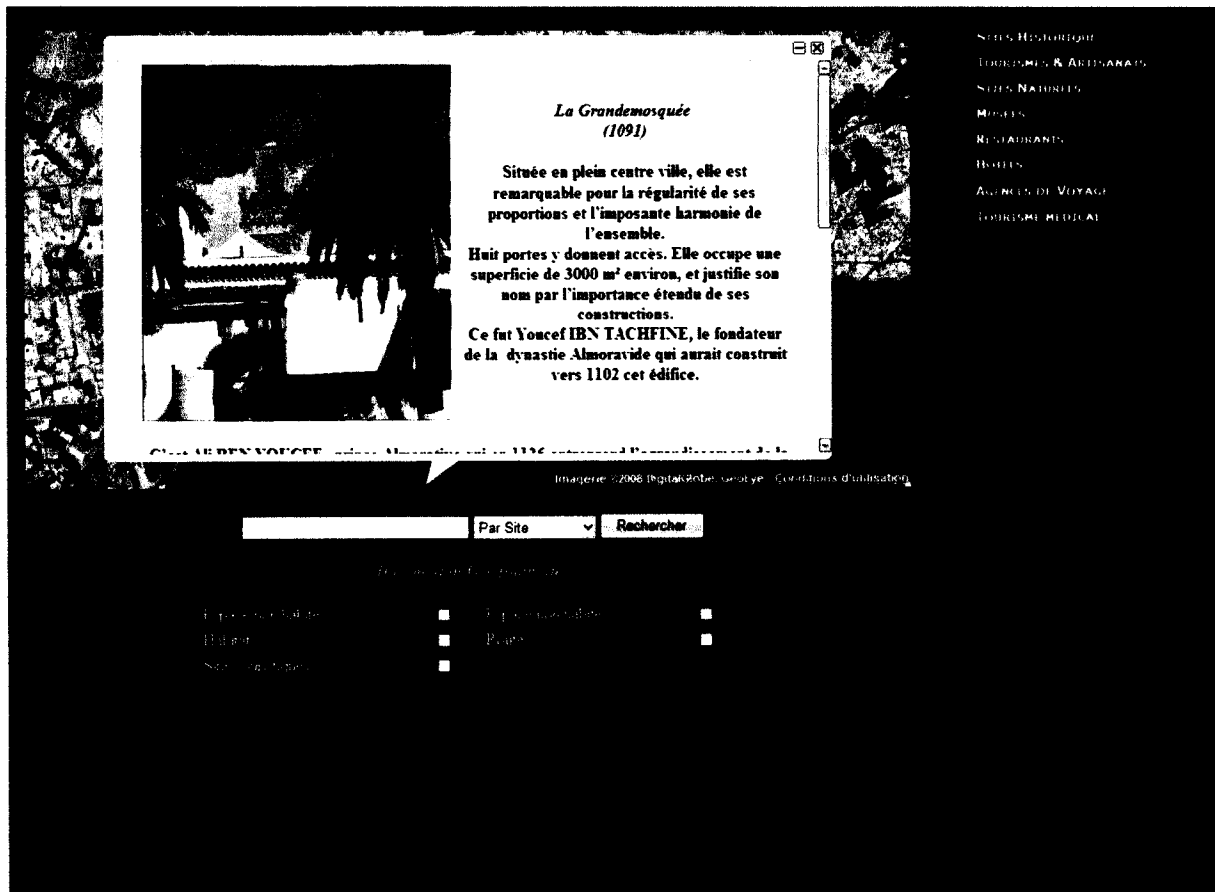


Figure 4.27 : Apparition de la page d'informations

**IV.4. Perspectives :**

A travers ce travail on arrive à donner une chance à ceux qui n'ont jamais connu notre chère belle ville de pouvoir la visiter comme première étape sur le web, et notamment de connaître ses sites touristiques. Ou utiliser ce site comme guide une fois se retrouver ici. Ceci ne nous empêche pas d'apporter des améliorations à l'application.

On souhaiterait par la suite mettre en valeur d'autres sites touristiques qui existent dans d'autres régions d'Algérie.

Ce projet permettra de suivre la même méthode pour mettre en valeur spatiale n'importe quel autre secteur que le tourisme.

*C'est vrai que grâce à la phase précédente que nous sommes arrivés à satisfaire la majorité des besoins. Et surtout on a pu élargir nos connaissances sur le XML, les fonctionnalités de Google Maps et l'utilisation de l'outil cartographique MapInfo V8.0.  
Et finalement le web SIG souhaité a pu être mise en place.*

## Bibliographie

- [J.G] : J.M Guillot, Introduction et information spatiale, Institut national agronomique Paris-Grignon, Octobre 2000.
- [IGN] : IGN, Cartographie volume1 Sémiologie graphique et conception cartographique, école nationale des sciences géographiques France, Mars 1999.
- [E.P]: Eric PIMPLER, Google Maps API the New World of Web Mapping 2006.
- [P.B] : Pascal BARBIER, Cours MapInfo V5.5, IGN-ENSRG-CERSIG, France 2002.
- [E.B] : Emmanuel BONNET, Support de cours en MapInfo V7.5, Université des sciences et de technologie de Lille France.
- [G.C] : Gilles CACHET, Modélisation UML avec perceptory 2003, Laboratoire de système d'information géographique Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.
- [P.A.D] : Paule-Annick DAVOINE, Modélisation UML et outils pour l'analyse spatiale, Institut polytechnique de Grenoble.

## Netographie :

- [1] : <http://www.netency.com> Technologie cartographie numérique
- [2] : <http://www.unice.fr> SIG définitions
- [3] : [www.unites.uqam.ca/dgeo/](http://www.unites.uqam.ca/dgeo/) SIG bases
- [4] : <http://geo-topo.blogspot.com> SIG définitions et principes de bas
- [5] : <http://seig.ensg.ign.fr> introduction aux SIG
- [6] : <http://www.ird.fr> Cartographie et SIG Notion de bas
- [7] : <http://geotourweb.com> Géotourisme
- [8] : <http://fr.wikipedia.org> Définitions Google Maps
- [9] : <http://mapinfo.c-webhosting.org> : Formation MapInfo
- [10] : <http://benoitpiette.com/> Tutoriel AJAX
- [11] : <http://iml.free.fr> UML
- [12] : <http://www.journaldunet.com> : Articles sur les SIG
- [13] : <http://www.simalis.net/> : Métiers MapInfo V8
- [14] : <http://www.zonums.com> : Shp2kml
- [15] : <http://www.webrankinfo.com/> : KML
- [16] : <http://www.commentcamarche.net/> : Tutoriaux et foudms