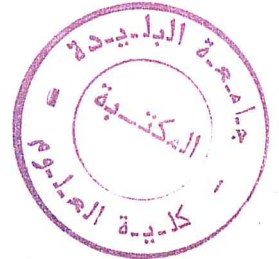


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
UNIVERSITE Saâd DAHLAB de BLIDA



FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

*En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat En Génie Informatique*

*Option : Intelligence Artificielle*

**THEME**

**INTEGRATION DE DONNÉES MULTISOURCES DANS UN  
SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE POUR LA  
GESTION DES DECHETS**

**Encadré par :**

**M<sup>elle</sup>. BENBLIDIA Nadja**  
**M<sup>elle</sup>. REGUIEG F.Zohra**

**Présenté par :**

**HAMIDAT Fateh**  
**HOUMANI Rachid**

MIG-004-45-1

Promotion 2003 – 2004

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



اللهم لا تدعني أصاب بالغرور إذا نجحت،

و لا أصاب باليأس إذا فشلت

بل علمني دائما بأن الفشل هو التجربة التي تسبق النجاح

اللهم علمني أن التسامح هو أكبر مراتب القوة،

و أن حب الانتقام هو أول مظا هر الانتقام

اللهم إذا جردتني من المال اترك لي الأمل،

وإذا جردتني من النجاح اترك لي قوة الصبر حتى أتغلب على الفشل،

وإذا جردتني من نعمة الصبر اترك لي نعمة الإيمان

اللهم إذا أسأت إلى الناس اعطيني شجاعة الاعتذار

وإذا أساء لي الناس اعطيني شجاعة العفو.



# Dédicace

*Ce mémoire est dédié :*

*A mes très chers parents pour leur soutien durant*

*toute ma carrière,*

*Pour leur bienveillance, leurs efforts constants dans mes études, et*

*Pour leur encouragements.*

*A mes frères et ma sœur*

*A mes cousines Safia, Soumia, Samiha et leurs mère Malika*

*A mes oncles, mes tantes*

*A tous les employés du département d'informatique*

*A mon binôme Fateh et à toute sa famille*

*A mes amis Sidali, Hamza, Amine, Fateh, Sofiane, Moncef,*

*D.Mohamed, T.Mohamed, Yazid, Anis, Prince, Hakim, Kechih.H,*

*Ahmed, Hmida, Nadir, Nadjia, Nadjet, Darine, Samia, Nabiha,*

*Akila, Fouzia, Habiba, Halima, Manelle.*

*A tous mes amis que j'aime et qui m'aiment.*

*H. Rachid*

# Dédicace

*« Louange à Dieu, le tout puissant »*

*Ce mémoire est dédié :*

*A mes très chers parents, en reconnaissance de leur soutien durant toute ma carrière, Pour leur bienveillance, leurs efforts constants dans mes études, et Pour leurs encouragements.*

*Que Dieu les garde!*

*A mon cher frère Djilali et sa femme,*

*A ma chère sœur Aïcha et son marie,*

*A ma très chère sœur Salima,*

*A ma grand-mère Fatma,*

*A mes tantes, mes oncles et leurs familles.*

*A mon binôme Rachid et à toute sa famille*

*A mes très chers amis (es) B.Hamza, L.Mohamed, L.Youghorta,*

*B.Mohamed, D.Belkacem, K.Hamza, A.Sofaine, B.Sidali,*

*B.Amine, H.Anis, B.Amir, Z.Nadjet, B.Samia, G.Keltoum,*

*M.Akila, A.Nabiha, N.Amel, G.Fouzia, B.Habiba*

*A toute l'équipe de Judo IBM*

*A tous mes amis et a tous mes collègues de la deuxième promotion en informatique.*

*Je dédie ce modeste travail avec l'expression de tous mes sentiments d'affection et de respect !*

*H.Fafeh*

# Remerciements

*Nous remercions avant tout Allah qui nous a aidé à réaliser ce modeste travail.  
Nous tenons à remercier M<sup>elle</sup>. BENBLIDIA Nadjia et M<sup>elle</sup>.REGUIEG F.Zohra qui  
ont bien voulu nous proposer le sujet et pour leurs aides, leurs patiences, leurs  
disponibilités et leurs compréhensibilités.*

*Nous remercions M<sup>eme</sup>. S.BENSETTITI le chef du département d'Informatique,  
tous les enseignants de la faculté des sciences de BLIDA et surtout ceux du  
département informatique.*

*Nous remercions les membres du jury pour nous avoir fait l'honneur de juger  
notre travail.*

*Un remerciement tout spécial à M<sup>elle</sup> N.BOUSTIA.*

*Nous remercions, de tout coeur, tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à  
la réalisation de ce travail.*

*Et enfin, Nous tenons à remercier tous nos amis, Hamza Boudjettou, Sofiane  
Attou, Fatma, Raouf, Youcef pour l'aide qu'il nous ont apportée pour l'édition de  
cette thèse.*



Selon les spécialistes, la terre deviendra une grande poubelle dans les dix siècles à venir. Les substances naturelles biodégradables sont remplacées de plus en plus souvent par l'aluminium, le plastique et d'autres substances relativement nouvelles.

Aujourd'hui, les décharges existantes arrivent à saturation à cause des quantités énormes produites. Pourtant, la plupart des gouvernements continuent de se soucier davantage du stockage que de la réduction des déchets.

Dans ce contexte, et dans le but de contribuer pour trouver des solutions pour ce problème, on fait appel aux techniques de SIG par l'application d'une approche qui est basée sur une grille d'analyse multicritères :

- Proximité des habitations et des riverains.
- Sensibilité des paysages et des milieux naturels.
- Sensibilité des eaux souterraines.
- Sensibilité des eaux de surface.
- Taille de la décharge.
- Age de la décharge.
- Le transport de déchets.

Ce présent travail clarifie les notions relatives aux SIG et présentes des solutions conceptuelles et méthodologiques permettant leur intégration sous le logiciel SIG ArcView 3.2 d'ESRI. Notre application est consacrée à la problématique de gestion des déchets dans une ville.

---

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

## Chapitre I :

## INTRODUCTION A LA CARTOGRAPHIE

1. Introduction.....	3
2. Qu'est ce qu'une carte ? .....	3
3. Les types de cartes .....	4
3.1. Cartes topographiques.....	4
3.2. Cartes thématiques .....	4
4. La démarche cartographique.....	5
5. Les étapes de lecture d'une carte.....	6
6. Les contraintes du langage cartographique.....	6
6.1. Contraintes liées a la morphologie humaine.....	6
6.2. Contraintes liées a l'utilisateur.....	8
6.3. Contraintes techniques et commerciales .....	8
7. La projection cartographique .....	9
7.1. La projection cylindrique de Mercator.....	10
7.2. La projection pseudo cylindrique de Robinson.....	10
7.3. La projection conique de Lambert.....	11
8. De la cartographie numérique au SIG.....	12

## Chapitre II :

## SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

1. Introduction.....	13
2. Définition.....	13
3. Les principales disciplines impliquées.....	14
4. Les questions auxquelles peuvent répondre les SIG.....	15
5. domaines d'application des SIG .....	16
6. les composants d'un SIG.....	16
7. Source de données.....	18
8. Les fonctions d'un SIG .....	19
9. Représentations des données spatiales .....	21
10. L'information géographique.....	23
10.1. Caractéristiques des données géographiques.....	24
11. Gestion des données .....	26
11.1. Les objectifs de gestion de l'information.....	26
11.2. Modélisation de l'information géographique.....	27
12. Analyse spatiale.....	28
12.1. Limites des outils d'analyse dans les SIG.....	29



## Chapitre III :

## GESTION DES DÉCHETS

1. Introduction.....	30
2. Production et composition des déchets.....	31
2.1. Les déchets du secteur agricole.....	31
2.2. Les déchets du secteur industriel.....	31
2.3. Les déchets du secteur municipal.....	32
2.4. Composition des déchets : Les déchets urbains.....	32
2.4.1. Composition des déchets urbains.....	32
3. Stratégies de gestion des déchets.....	33
3.1. Connaissance des gisements.....	34
3.2. Recours aux technologies propres.....	34
3.3. Recyclage et valorisation.....	34
3.4. Traitement des déchets.....	34
3.5. Stockage en décharge contrôlé.....	34
3.5.1. Approche méthodologique.....	35
4. Conclusion.....	36

## Chapitre IV :

## ANALYSE ET CONCEPTION

1. Introduction.....	37
2. MADS (Modélisation d'Application à Données Spatio-temporelles).....	37
3. Conception de la base de donnée géographique.....	40
3.1. Classes d'objets.....	41
3.2. Relations.....	42
3.3. Dictionnaire de donnée.....	43
3.4. Le modèle conceptuel spatio-temporel (MADS).....	49
3.5. Description des traitements.....	51
4. Les différentes phases de projet.....	52
4.1. Recherches bibliographiques et enquête sur le terrain.....	52
4.1.1. Estimation de la production des déchets.....	52
4.1.2. Estimation de la superficie réservée pour les déchets ménagers.....	53
4.2. Etude d'analyse.....	53
1. La direction du vent dominant.....	53
2. L'éloignement de la ville.....	54
3. L'identification des zones admissibles.....	55
4. Le réseau hydrographique.....	56
5. Le type du sol pour un dépôt d'ordures.....	56
6. La nature de surface pour un dépôt d'ordures.....	57
7. Transport.....	58
4.3. Modèle cartographique.....	59
5. Solution informatique.....	61
6. Conclusion.....	62



Chapitre V :

RÉALISATION

1. Introduction.....	63
2. Estimation de la production de déchets et la superficie réservée pour les déchets.....	63
3. Application SIG.....	64
3.1. Délimitation de l'agglomération.....	64
3.2. Création de deux zones tampons.....	65
3.3. Digitalisation de la zone favorable.....	65
3.4. L'identification des sites admissible.....	66
3.5. Chemin plus court.....	67
4. Modèle cartographique de l'application.....	69
5. La situation du dépotoir pour la zone d'étude.....	69
6. Conclusion.....	70

CONCLUSION GÉNÉRALE.....	71
--------------------------	----

BIBLIOGRAPHIE.....	72
--------------------	----

---

## LISTE DES TABLES

Table. I.1. Les dimensions graphiques minimales.....	8
Table. II.1. Table comparative du mode raster et vecteur .....	23
Table. III.1. Comparaison des déchets urbains.....	28
Table. IV.1. Type abstrait de données spatiales .....	38
Table. IV.2. Type de relations topologiques .....	38
Table. IV.3. Dictionnaire de données .....	43
Table. IV.4. Table commune.....	46
Table. IV.5. Table parcelle.....	46
Table. IV.6. Table route .....	46
Table. IV.7. Table Tronçon.....	47
Table. IV.8. Table Bâti.....	47
Table. IV.9. Table Limite .....	47
Table. IV.10. Table RH .....	47
Table. IV.11. Table réservoir .....	47
Table. IV.12. Table zone militaire.....	47
Table. IV.13. Table zone activité.....	48
Table. IV.14. Table zone équipement .....	48
Table. IV.15. Table zone industrielle.....	48
Table. IV.16. Table habitats collectifs .....	48
Table. IV.17. Table habitats individuels.....	48
Table. IV.18. Table pente .....	48
Table. IV.19. Table terre .....	49
Table. IV.20. Tableau représentatif des traitements relatifs aux classes .....	52

LISTE DES FIGURES

<i>Fig. I.1. Etapes de la démarche cartographique</i> .....	6
<i>Fig. I.2. Projection cylindrique de Mercator</i> .....	10
<i>Fig. I.3. Projection pseudo cylindrique de Robinson</i> .....	11
<i>Fig. I.4. Projection conique de Lambert</i> .....	11
<i>Fig. II.1. Composant d'un SIG</i> .....	14
<i>Fig. II.2. Principales disciplines à la croisée des SIG</i> .....	15
<i>Fig. II.3. Les fonctions d'un SIG</i> .....	19
<i>Fig. II.4. Information géographique</i> .....	21
<i>Fig. II.5. Mode raster /Mode vecteur</i> .....	22
<i>Fig. II.6. Les différentes couches d'information géographique</i> .....	25
<i>Fig. IV.1. Exemple de relations topologiques</i> .....	39
<i>Fig. IV.2. Exemple de lien d'agrégation</i> .....	39
<i>Fig. IV.3. Exemple de lien de généralisation</i> .....	39
<i>Fig. IV.4. Exemple de lien de spécialisation</i> .....	39
<i>Fig. IV.5. Le modèle conceptuel spatio-temporel (MADS)</i> .....	51
<i>Fig. IV.6. Le facteur de vent dominant</i> .....	54
<i>Fig. IV.7. Modèle cartographique</i> .....	60
<i>Fig. V.1. Délimitation de l'agglomération</i> .....	64
<i>Fig. V.2. Le critère de vent</i> .....	65
<i>Fig. V.3. Zone favorable</i> .....	65
<i>Fig. V.4. Sites admissibles</i> .....	66
<i>Fig. V.5. Réseau routier</i> .....	67
<i>Fig. V.6. Menus concernant les chemins</i> .....	68
<i>Fig. V.7. Site final</i> .....	68
<i>Fig. V.8. Modèle cartographique de l'application</i> .....	69
<i>Fig. V.9. Résultat final</i> .....	70



# INTRODUCTION GÉNÉRALE

La protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque individu tant sur le plan professionnel que familial. En tant que consommateur, jeteur, usager du ramassage des ordures ménagères, et trieur de déchets recyclables, citoyen ou contribuable, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets. Des gestes simples permettent d'agir concrètement pour améliorer le cadre de vie et préserver le bien-être de chacun : chaque citoyen peut jeter moins et jeter mieux.

Plus on consomme et plus on produit de déchets, aujourd'hui, la production moyenne par habitant au monde est de l'ordre de 450 kg de déchets ménagers par an, soit 1,2kg/jour [Munich, 2000] (au Grand Blida elle est de l'ordre 0,54kg/jour). Durant les 25 dernières années, la quantité de déchets ménagers reçue par les installations collectives a triplé. Selon cette estimation, la quantité de déchets dans le monde, est en augmentation continue [Munich, 2000].

Les ordures sont responsables de dégâts très importants qui menacent à la fois la vie humaine, les biens et l'environnement. Ils sont responsables de la dégradation, de la propreté des villes et de la beauté des paysages. Ces déchets sont aussi des facteurs de risques pour les sols, les eaux et l'air.

Donc, la réduction de production des déchets, la sélection des sites adéquats pour les dépôts d'ordures, et l'élimination de ceux qui sont inadéquats, sont indispensables et ceci est notre affaire à tous : pouvoir publics, collectivités locales, industriels, individus, etc...

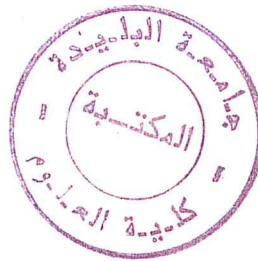
Dans ce contexte, et pour lutter contre les risques causés par les déchets, une approche de faisabilité, présentée par cette étude, devrait permettre de concevoir une stratégie de prévention axée sur l'apport des techniques modernes d'observation et d'analyse de l'espace telle que *la télédétection spatiale et les Systèmes d'Information Géographique (SIG)*.

Ce présent travail est organisé en cinq chapitres :

- Le premier chapitre introduit des notions sur la cartographie,
- Le deuxième chapitre concerne l'état de l'art des SIG, (définition, information géographique, analyse spatiale ...).

- Le troisième chapitre présente une étude bibliographique sur la gestion des déchets, (production et composition des déchets, stratégies de gestion des déchets).
- Le quatrième chapitre concerne la conception de notre système.
- Le cinquième et dernier chapitre présente l'application qui est consacré à la problématique de gestion des déchets dans une ville.

Enfin, nous concluons notre travail par une conclusion générale résumant le travail mené, l'apport de l'approche proposée ainsi que quelques perspectives susceptibles d'être développées.





CHAPITRE I :  
INTRODUCTION A LA  
CARTOGRAPHIE

## **1. Introduction**

En 1949 L'ONU donnait la définition suivante de la cartographie : « c'est la science qui a pour objet l'établissement et l'emploi des cartes ».

En 1966 l'ACI (Association Cartographique Internationale) donne la définition suivante : C'est « l'ensemble des études et des opérations scientifiques, artistiques et techniques intervenant à partir des résultats d'observation directes ou de l'exploitation d'une documentation, en vue de l'élaboration de cartes et autres modes d'expression, ainsi que de leur utilisation ».

TAYLOR [SIOUANI N, DAUD N, 1997] a donné une définition aussi intéressante de la cartographie; celle ci correspond à « L'organisation, la présentation, la communication et l'utilisation des informations géoréférencées sous forme tactile, numérique ou graphique. Elle peut comprendre toutes les phases de la création de la carte et les produits connexes d'information spatiale, depuis la représentation des données jusqu'à l'utilisation finale ».

## **2. Qu'est ce qu'une carte ?**

La carte est une représentation d'une portion de la surface terrestre sur une surface plane, à une échelle donnée, donnant la configuration et les détails naturels et artificiels du sol.

En 1991 l'ACI (Association Cartographique Internationale) a défini la carte comme : « Représentation conventionnelle, généralement plane, en positions relatives, de phénomènes concrets ou abstraits, localisables dans l'espace, destinée à être utilisée lorsque les relations spatiales ont une pertinence essentielle ».

Les cartes utilisent un langage visuel pour transmettre les informations et dont la compréhension est instantanée, complète dans la mesure où les règles sont correctement appliquées.

Pour une meilleure assimilation des phénomènes de proximité et de densité, la carte permet au lecteur de superposer graphiquement les informations et de les analyser pour déduire des informations relationnelles [WEG, 1999].

### 3. Les types de cartes

Parmi les principaux types de carte, on peut distinguer les deux classes suivantes :

#### 3.1. Cartes topographiques

Elles représentent les résultats des mesures et des observations relatives à la localisation, à la forme et l'identification des détails existants à la surface du sol. Ainsi elles diffusent la connaissance du territoire par une application plus ou moins détaillée, La carte topographique constitue donc l'outil de travail pour toutes les études et planifications.

#### 3.2. Cartes thématiques

Ces cartes font ressortir des phénomènes qualitatifs ou quantitatifs concrets ou abstraits concernant un thème (un sujet donné) ou plusieurs sous thèmes (cartes géographiques, administratives...).

- **Définition d'un thème**

Un thème est un ensemble d'objets géographiques homogènes. Ces objets peuvent être des villes, des pays, réseaux routiers... où chaque objet possède deux types d'attributs :

1. *Des attributs alphanumériques qui constituent la description de l'objet tel que le nom, la population d'une ville ;*
2. *Des attributs spatiaux, qui correspondent généralement à la géométrie de l'objet et sa position dans l'espace.*



#### 4. La démarche cartographique

L'information géographique possède tous les phénomènes auxquels on peut attacher une localisation. Certains phénomènes géographiques sont régis par des lois générales qui permettent de les décrire entièrement à l'aide de quelques paramètres mathématiques. D'autres phénomènes n'obéissent à aucune loi connue (phénomènes aléatoires).

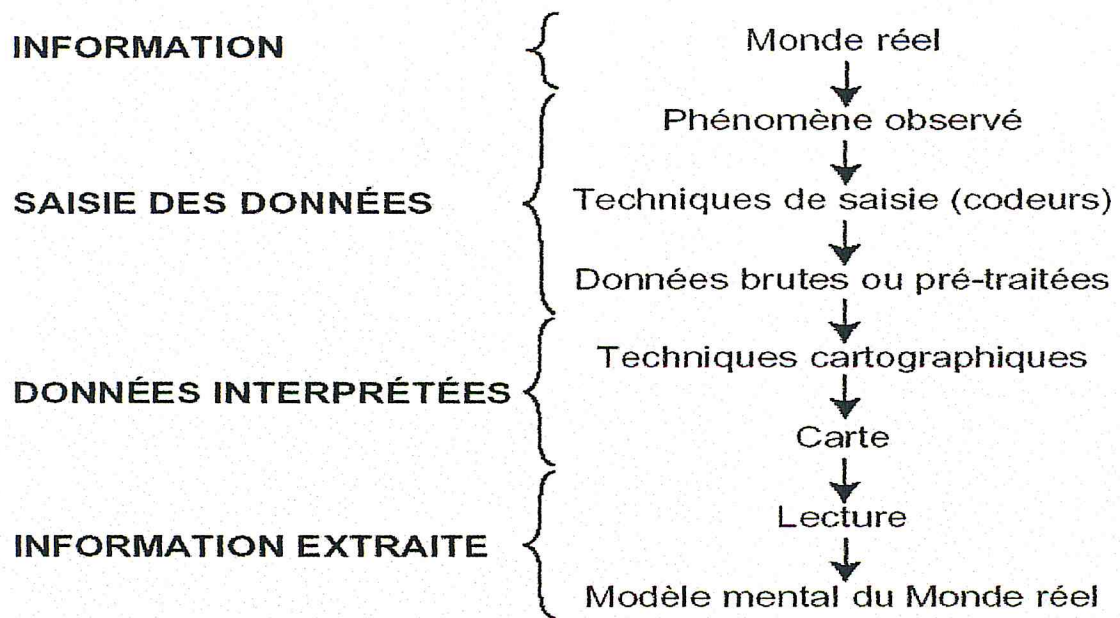
Dans le monde réel, l'observateur, généralement un spécialiste met en œuvre des techniques de saisie (système de codage) adaptés à la nature des phénomènes et selon le système de codage choisi avec un niveau de discrimination. Les données brutes seront directement exploitable par le cartographe, ou bien feront l'objet d'une interprétation par un spécialiste pour réaliser des maquettes.

Enfin le cartographe pourra interpréter ces données et élaborer une transcription et une modélisation cartographique accessible par l'utilisateur.

Les techniques cartographiques utilisées comprennent :

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

En décryptant la carte, le lecteur (l'utilisateur) pourra extraire l'information et recréer un model mental très proche du monde réel. Toute cette démarche cartographique peut être résumé par le schéma suivant (Fig. I.1)



*Fig. I.1 : Etapes de la démarche cartographique [WEGER-1999]*

## 5. Les étapes de lecture d'une carte [BRUNET, 1987]

Elles peuvent être résumées comme suit :

- *La vue d'ensemble,*
- *Le décodage de la légende,*
- *La reconnaissance des formes,*
- *L'interprétation.*

## 6. Les contraintes du langage cartographique

Pour que le lecteur puisse interpréter correctement l'information, certaines contraintes sont prises en considération par le cartographe. Parmi ces contraintes on peut citer :

### 6.1. Contraintes liées à la morphologie humaine

Ces contraintes sont décrites par les normes dimensionnelles suivantes :

- **Acuité visuelle de discrimination**

C'est l'aptitude de l'œil à enregistrer une tache minimale perceptible. Cette acuité correspond à l'angle  $\alpha = 0,09$  mm et qui a pour sommet la pupille de l'œil et dont les côtés s'appuient sur les bords de la tache à 30 cm.

- **Acuité visuelle d'alignement**

Il représente l'aptitude de l'œil à apprécier deux traits qui sont dans le prolongement l'un de l'autre. Son facteur est égal à 0,02 mm.

- **Seuil de perception**

Il correspond à la dimension minimale d'un élément pour apprécier sa forme. (Par exemple : ligne : 0,06mm, carré vide : 0,5 mm, carré plein : 0,4 mm, triangle : 1 mm, rectangle vide : 0,6 x 0,8 mm, rectangle plein : 0,4 x 0,6mm).

- **Seuil de séparation**

C'est l'écart minimal nécessaire entre deux éléments voisins. En général il prend la valeur de 0,02 mm pour les éléments ponctuels ou linéaires.

- **Seuil de différenciation**

Il est relatif à l'écart minimal de la dimension entre deux éléments de même forme pour exprimer des paliers différents.

Pour les éléments ponctuels, le rapport des surfaces entre deux paliers doit être au moins de 2.

Pour les éléments linéaires, l'écart est de 0,1 mm ou plus. Celui ci dépend de la distance entre les deux traits.

Le tableau suivant nous montre toutes les dimensions graphiques minimales.

**[WEGER, 1999].**



CONTRAINTES VISUELLES	REPRÉSENTATION GRAPHIQUE
Acuité visuelle de discrémiation	
Acuité visuelle d'alignement	
Seuil de perception	Ponctuel ● 0,2 mm    ■ 0,4 mm    ○ 0,3 mm    □ 0,5 mm ▲ 1 mm    ~ 0,5 mm    ~ 0,6 mm Linéaire ——— 0,1 mm
Seuil de séparation	Linéaire Ponctuel
Seuil de différenciation	Ponctuel  entre 2 paliers le rapport des surfaces doit être au moins de 2 Linéaire  Traits rapprochés ecart d'épaisseur 0,1mm ——— ——— Traits éloignés 0,3 mm minimum

Table. I.1. Les dimensions graphiques minimales

### 6.2. Contraintes liées à l'utilisateur

Ces contraintes correspondent au :

- **Type d'utilisateur :**

La carte destinée au lecteur doit être adaptée à ses capacités. Parmi les facteurs qui caractérisent cette contrainte : l'âge, le niveau de culture technique et général (élève, militaire, technicien...)

- **Conditions d'emploi de la carte**

La carte a des diverses utilisations qui orientent :

1. le choix des couleurs ;
2. la présentation ;
3. la précision.

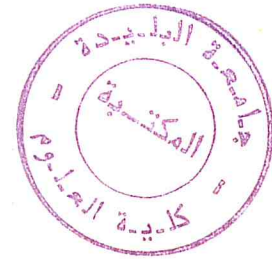
### 6.3. Contraintes techniques et commerciales [WEGER. 1999]

- **Contraintes techniques**

Ce sont Les moyens dont on dispose qui conditionnent la facture de la carte.

### 1. Moyens de rédaction

- Dessin (papier, plastique),
- Tracé sur couche,
- Traceurs mécaniques, optiques,
- Carte sur écran vidéo,
- Capacités informatiques.



### 2. Moyens de reproduction

- Photographique : contact, photo-projection, Tramé,
- Procédés de « copie »,
- Scannage d'un modèle,
- Impression offset, Cromalin....
- Procédés de reprographie à pilotage numérique : (contraintes liées à la taille du pixel).

### 3. Méthodes de fabrication

-Les produits de grande série seront issus d'une chaîne de fabrication normalisée, aux tâches fractionnées, aux enchaînements logiques et immuables, ne pouvant éviter une certaine lourdeur.

-Les produits spécifiques pourront bénéficier plus facilement d'astuces techniques qui allégeront le processus.

- **Contraintes commerciales**

Budget et délais seront des facteurs déterminants dans la valeur du document et la qualité graphique.

## 7. La projection cartographique

La projection est un moyen de correspondance analytique entre les points (latitude, longitude) de l'ellipsoïde terrestre et le point homologue du plan cartographique (X, Y), tels que cette correspondance soit continue :

$$X = f(\text{latitude, longitude})$$

$$Y = g(\text{latitude, longitude})$$



Où  $f$  et  $g$  sont deux fonctions continues qui définissent la projection [GILLIOT, 2000]

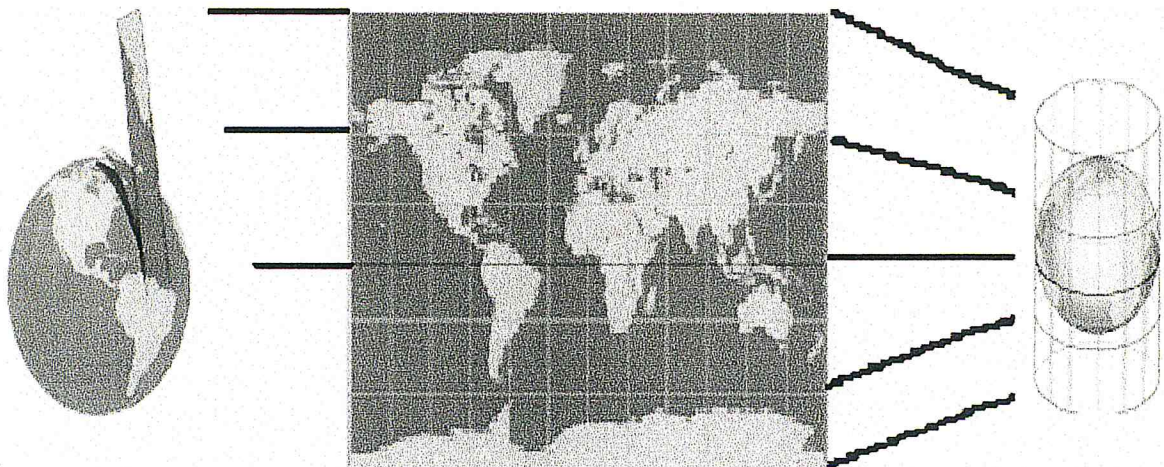
Parmi les projections de l'espace mondial les plus utilisées, on peut citer :

### 7.1. La projection cylindrique de Mercator

La projection Mercator date depuis 1569, elle se fait sur un cylindre tangent à l'équateur. Cette projection présente des distorsions importantes, mais respecte les angles ce qui explique son utilisation en navigation.

Les distorsions augmentent progressivement des surfaces de l'équateur vers les pôles.

Elle peut être utilisée dans certaines parties de l'espace terrestre (entre  $45^\circ$  de latitude nord et sud), en revanche elle est à exclure dans d'autres du fait de la distorsion assez importante qu'elle présente (Canada, Groenland...).



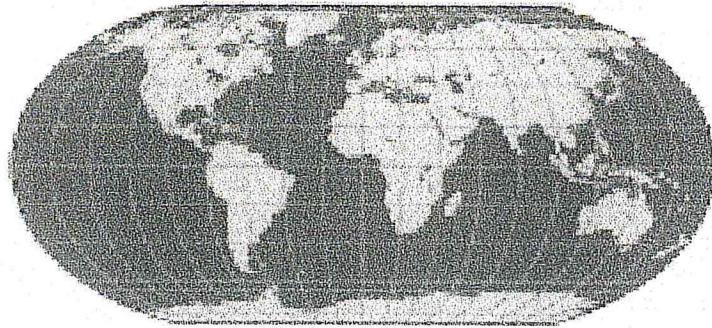
*Fig. I.2. Projection cylindrique de Mercator*

### 7.2. La projection pseudo cylindrique de Robinson

Cette représentation a l'avantage de représenter l'ensemble des espaces en respectant au mieux leur configuration d'origine.

Elle est surtout utilisée pour les cartes mondiales générales et thématiques.





*Fig. I.3. Projection pseudo cylindrique de Robinson*

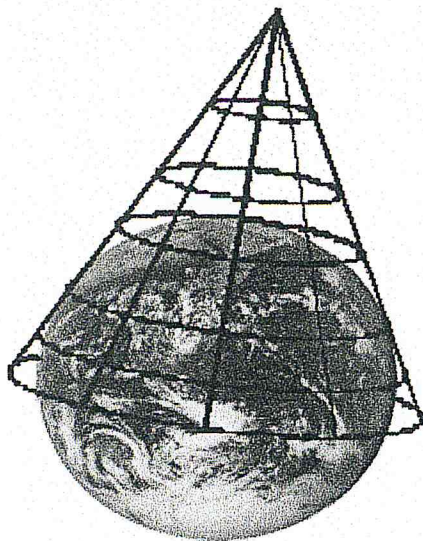
### 7.3. La projection conique de Lambert

La projection conique de Lambert est assez utilisée en europe. C'est une projection conforme sur un cône tangent à une parallèle.

Pour la projection conforme de Lambert [GILLIOT, 2000], l'altération linéaire est approximativement :

$$\frac{\epsilon Y^2}{2R^2}$$

Où R est le rayon terrestre (6371 Km),  $\epsilon Y$  la latitude en Km.



*Fig. II.4. Projection conique de Lambert*

## 8. De la cartographie numérique au SIG

Avec l'essor de l'informatique, la possibilité de numériser l'information géographique est apparue, permettant ainsi l'émergence de la cartographie numérique, qui dérive d'une part de la conception assistée par ordinateur (CAO) et d'autre part du dessin assisté par ordinateur (DAO).

L'objectif premier de la cartographie numérique est la production assistée par ordinateur de cartes. La cartographie numérique a également exploité les fonctionnalités de la DAO\CAO qui permettent d'organiser les informations ainsi numérisées en couches.

Les logiciels de cartographie numérique ont exploité les fonctionnalités de saisie de données par le procédé de digitalisation à l'aide des tables à digitaliser permettant ainsi d'améliorer la qualité des opérations de saisie, donc de produire des cartes de meilleure qualité. Ces logiciels de permettent en outre le traitement des problèmes de limites communes entre objets géographiques contigus.

Ainsi les logiciels de cartographie intègrent également des fonctionnalités d'habillage cartographique et permettent de changer facilement de représentation et d'échelle ; ils sont capables aussi de traiter de façon combinée les données en mode raster et les données en mode vecteur. Néanmoins la cartographie numérique a montré ses limites lorsqu'on a voulu réaliser certaines tâches de gestion, de mise à jour et de traitement de données géographiques de plus en plus complexes. A ce moment là, la notion de Système d'Information Géographique (SIG) est apparue, intégrant de nouvelles possibilités de traitement et améliorant par la même la qualité des fonctionnalités. L'apport majeur des SIG que la cartographie numérique ne permet pas, peuvent être résumés comme suit :

Tout SIG s'articule autour d'un SGBD ( ?).

Les SIG ont une capacité à mener à bien des opérations d'analyse spatiales et de traitement géographique. Les SIG intègrent des langages de développement et de manipulation de données assez élaborés [TUFFERY, 1997].

Le chapitre suivant, introduit quelques notions fondamentales sur les systèmes d'information géographique.



## CHAPITRE III :

# SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE



## **1. Introduction**

Les SIG sont apparus suite à l'informatisation de la production cartographique qui avait commencé à la fin des années 60. Cette informatisation a donné lieu à l'avènement d'une nouvelle technologie, dénommée géomatique.

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

Ce n'est que progressivement, au cours des années 80, que la notion de Système d'information géographique s'est imposée comme l'objectif général de la géomatique [ALLILI, 2003].

## **2. Définition**

Plusieurs définitions sur les SIG existent, cependant il manque toujours à ce jour une définition formelle [TUFFERIE, 1997]. PORNON H a considéré les SIG comme un ensemble de matériel et de logiciel traitant de l'information géographique, il l'a aussi défini comme étant un système de gestion de base de données alors que T. Joliveau [ALLILI, 2003] a pris le SIG comme un ensemble de structures, de méthodes, d'outils et de données constitués pour rendre compte des phénomènes localisés dans un espace spécifique et faciliter les décisions à prendre sur cet espace".

Le comité fédéral de coordination inter agences pour la cartographie numérique (1988) le définit comme étant un système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion.

Le comité scientifique du colloque intégration de la photogrammétrie et de la télédétection dans les SIG SFPT (Strasbourg 1990) a adopté une autre définition : " Un SIG est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace ".

La deuxième définition de PORNON H [LAARIBI, 2000] « un SIG est un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées » est plus appropriée pour ce travail. Un tel système devra inclure les composantes (cf. Fig. II.1) qui sont relatives à :

- L'acquisition des données ;
- Le stockage, la récupération et la gestion de bases de données ;
- La manipulation et l'analyse des données ;
- L'affichage et la génération de produits ;
- Des interfaces utilisateurs.

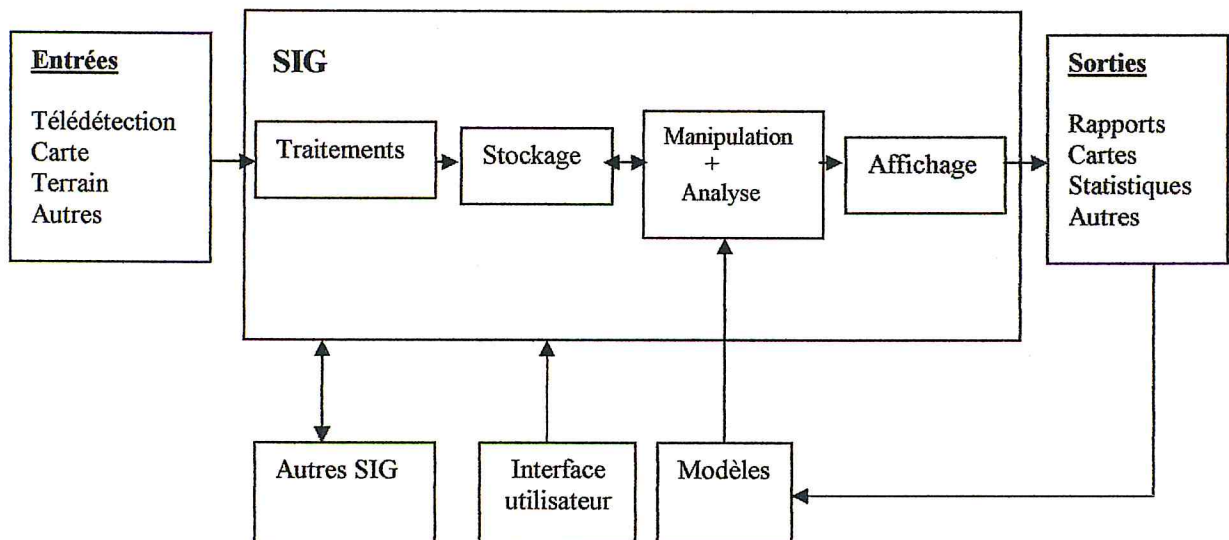
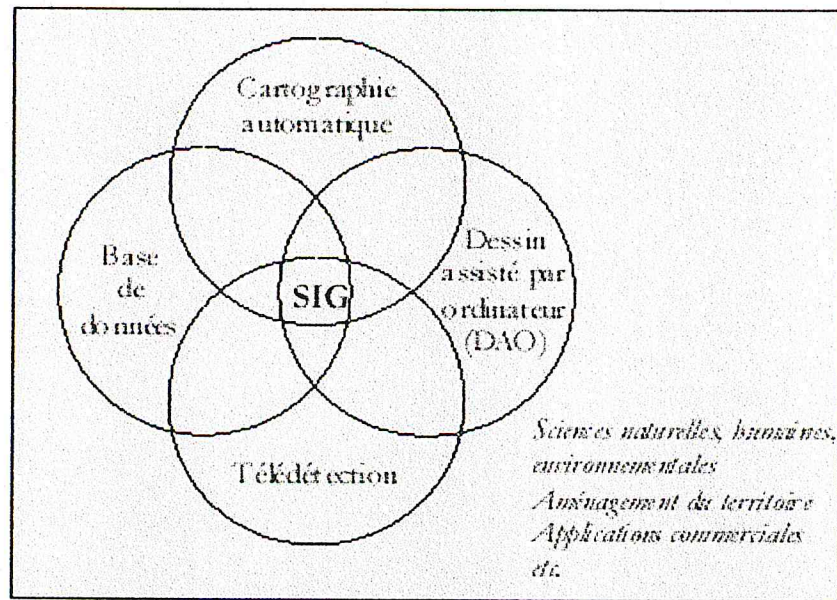


Fig. II.1. Composant d'un SIG

### 3. Les principales disciplines impliquées

Les SIG [DAO, 2003] constituent une technologie multidisciplinaire qui intègre des principes, des méthodes et des technologies hérités de plusieurs disciplines traditionnelles, comme le démontre la figure II.2 :





**Fig. II.2. Principales disciplines à la croisée des SIG**

#### 4. Les questions auxquelles peuvent répondre les SIG [DAO, 2003]

Les cinq questions de base [DAO, 2003] qui se posent à tout utilisateur dès qu'il se préoccupe de localisation sont :

- Où ?** Cet objet, ce phénomène, où se trouve-t-il ? (Répartition spatiale et localisation d'un objet ou d'un phénomène) ;
- Quoi ?** À cet endroit, que trouve-t-on ? (Inventaire de tous les objets de l'espace concerné, identification et description des objets, superpositions, proximités) ;
- Comment ?** Quelles relations existent ou non entre ces objets ? (Analyse spatiale, relations existantes entre les objets ou phénomènes, Problématique, optimisation) ;
- Quand ?** À quel moment des changements sont intervenus ? (Analyse temporelle, Âge, évolution d'un objet ou d'un phénomène, historique et actualisation des données) ;
- Et si ?** Que se passerait-il si tel scénario d'évolution se produisait et quelles conséquences cela aurait il ? (Projection dans l'avenir, simulation, études de projet ou d'impact).



On rassemble sous la dénomination d'information géographique des données aussi diverses:

La distribution des ressources naturelles (sols, eaux, végétation, etc.) ;

La localisation d'infrastructures (routes, bâti, etc.) ;

Les limites administratives (commune, daïra, wilaya, etc.) ;

Les statistiques (population, emploi, etc.) qui ont une extension spatiale.

### **10.1. Caractéristiques des données géographiques**

Les données géographiques présentent un certain nombre de caractéristiques qui les rendent particulières lors de leur modélisation et de leur traitement informatique :

#### ***La sémantique***

Représente la signification des données géographiques qui réfère les phénomènes qui sont sensés être représentés. On examinera seulement quelques aspects, comme :

#### ***Les couches d'informations***

La diversité des applications géomatiques suggère de structurer les informations géographiques en couches; ainsi on pourra parler des couches réseau routier, réseau sous terrain, topographie, hydrographie, etc. (cf. Fig. II.6).

#### ***L'identifiant***

Ne réfère qu'un seul objet et il est unique et évite beaucoup de problèmes comme celui de l'homonymie.

#### ***La localisation***

Elle se fait par l'usage des coordonnées (longitude, latitude, altitude), et l'usage des localisations approximatives (ex : la route RN1 passe près de la ville A).

	Avantages	Inconvénients
<b>Raster</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il est plus facile d'écrire des programmes pour traiter les données ;</li> <li>• Modèle assurant une meilleure compatibilité avec les données maillées telles que les images satellitaires numériques ;</li> <li>• Meilleure compatibilité avec certaines sorties du type traceur à jet d'encre ou terminaux graphiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requier beaucoup de mémoire pour des bases de données contenant beaucoup d'attributs ;</li> <li>• Difficultés à représenter exactement les lignes (lignes topographiques, route, chemins de fer, etc.) à moins que la taille de la cellule soit petite ;</li> <li>• Nécessité de disposer d'un dispositif de conversion vecteur/raster pour intégrer des données en mode vecteur (ex : banque de données topographiques nationales).</li> </ul>
<b>Vecteur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaucoup moins de mémoire requise ;</li> <li>• Possibilité de représenter la carte dans sa résolution initiale ;</li> <li>• Possibilité de représentation d'attributs multiples.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les fonctions spatiales d'analyse sont beaucoup plus complexes ;</li> <li>• Certaines données de variable continues (ex : altitude, images satellitaires) ne peuvent être représentées sans traitement préalable (classification ou discrétisation).</li> </ul>

*Table II.1. Table comparative du mode raster et vecteur*

## 10. L'information géographique

*« L'information géographique se définit dans un contexte général comme une liaison entre un objet ou un phénomène et sa position sur la surface terrestre. C'est donc une combinaison d'informations graphiques et d'informations alphanumériques pouvant être perçues d'une façon particulièrement claire au moyen de dessins. »*

[DAVID, 1993].



Il existe deux modes de représentation des données spatiales (cf. Fig. II.5) : le mode **raster** qui est adapté à la représentation des surfaces géographiques en continue ; et le mode **vecteur** qui est adapté à la représentation des objets géographiques individualisés.

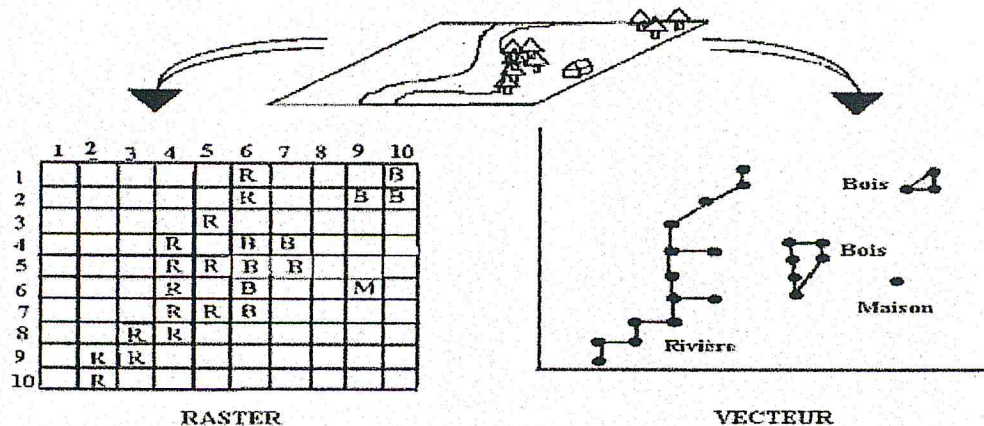


Figure. II.5. Mode raster / Mode vecteur

**Mode raster (matriciel)**

Ce mode de représentation décompose l'espace en une grille régulière de cellules (pixels), ordonnées pour former une matrice régulière. Cette dernière produit un espace continu où chaque pixel possède une seule valeur alphanumérique qui correspond à l'attribut de l'entité géographique.

Les données en mode raster se prêtent très bien à certains types de traitements numériques, classiques en traitement d'images : filtres, convolutions, classifications.

**Mode vectoriel**

Le mode vectoriel utilise les concepts géométriques de points, de lignes et de polygones pour représenter les entités distribuées sur l'espace. Chaque entité est représentée par un objet localisé dans un système de coordonnées. Cet objet est relié avec un tableau d'attributs qui contient les valeurs thématique décrivant l'entité représentée.

Le tableau ci-dessous représente une comparaison entre les deux modes :



## **5. domaines d'application des SIG**

Il existe plusieurs questions de base auxquelles un SIG doit pouvoir répondre, ce qui explique la multiplicité des domaines d'application de ce dernier.

**-aménagement du territoire :** Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT), Plan Locaux d'Urbanisme (PLU), choix de tracés routiers, autoroutiers ou ferroviaires, études d'impacts...

**-gestion urbaine :** gestion de la voirie, des réseaux de distribution, des espaces verts, du patrimoine, de la sécurité, simulation d'insertion de projets architecturaux...

**-circulation et conduite automobile :** choix d'itinéraires, suivi de flottes de véhicules, aide à la conduite assistée par ordinateur,

**-agriculture :** génie rural, gestion des ressources en eau, suivi et prévision des récoltes, gestion des forêts, aide à la mise en œuvre de la Politique Agricole Commune,

**-protection de l'environnement :** définition des zones sensibles, suivi des évolutions, alerte aux pollutions, protection des paysages,

**-risques naturels et technologiques majeurs :** définition et suivi des zones à risque, prévention de catastrophes, intervention en cas de sinistre, organisation des secours.

## **6. les composants d'un SIG**

Un Système d'Information Géographique [KAYADJANIAN, 2000] est constitué de 5 composants majeurs:

### ***-Matérielles***

-L'ordinateur : Il s'agit d'une composante indispensable à un SIG ; l'élément fondamental de cette composante reste l'ordinateur. Le SIG fonctionnent aujourd'hui sur une gamme très diversifiée d'ordinateurs: des micro-ordinateurs (PC ou Mac) aux stations de travail sous Unix et des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseaux ou utilisés de façon autonome.

-Les périphériques: Reliés à l'ordinateur, de multiples périphériques permettent d'assurer diverses fonctions et deviennent de plus en plus indispensables: le matériel d'acquisition des données: scanner, table à digitaliser...

- le matériel de stockage des données: disques durs, CD Rom, disquettes, DVD...
- le matériel de visualisation des données: écrans traditionnels, écrans plats, portables...
- le matériel d'impression des données: imprimantes, traceurs...

***-Logiciels***

Le logiciel est une composante essentielle d'un SIG. Les logiciels SIG offrent une panoplie d'outils et de fonctionnalités qui permettent de stocker, d'analyser et d'afficher des données géographiques:

*Acquisition*- les outils pour saisir, acquérir et manipuler des données,

*Archivage*- les outils de gestion, de stockage et d'extraction des données,

*Analyse*- les outils de requête, de transformation et d'analyse des données,

*Affichage*- les outils de visualisation, d'affichage et de présentation des données,

- *L'interface graphique* facilite l'utilisation du logiciel par les utilisateurs.

***-Données***

Ce sont certainement les composantes les plus importantes d'un SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent soit être constituées d'une façon interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

***-Utilisateurs***

Un SIG étant avant tout un outil, ce sont ses utilisateurs (et le personnel qui entretient et gère le système) qui lui permettent d'exister et de donner toute l'efficacité dont il peut être porteur. Comment est constituée la composante humaine d'un SIG ?

Les techniciens et ingénieurs chargés de la conception, de l'entretien et de la gestion du SIG,

Les techniciens utilisant quotidiennement le SIG dans leur travail,

Les décideurs utilisant le SIG comme moyen d'aide à la décision. Cependant, avec le développement des SIG sur Internet, le nombre d'utilisateurs potentiels ou réels de SIG augmente chaque jour.



***-Méthode***

La mise en œuvre et l'utilisation d'un SIG ne peut s'effectuer sans l'application de méthodes, de règles et de procédures. Ces méthodes permettent une utilisation rigoureuse et cohérente du matériel (des logiciels et des données du SIG par l'ensemble des utilisateurs) afin de répondre aux objectifs fixés au préalable dans tout projet.

**7. Source de données**

Il existe quatre types de données [ALLILI, 2003] considérées comme sources fondamentales d'information géographique :

***-Données localisées :***

Les données localisées sont de larges données issues d'enquête, de recensements, de l'observation de terrain, des statistiques, ... . Une fois chargées, elles doivent être réduites et ajustées pour être au mieux exploitées. L'utilisation pourra ensuite choisir entre différents traitements tels que la modélisation du terrain, la localisation et l'analyse de déformations.

***-La carte :***

La carte est la plus ancienne source d'informations géographiques. Il existe deux types de carte :

- les cartes topographiques : ce sont des cartes « générales » dans le sens où elles ne représentent pas un but spécifique ;
- les cartes thématiques : ce sont des cartes contenant des informations sur un sujet ou un thème précis.

***-La photographie :***

La photographie (généralement aérienne) est un moyen très utilisé pour obtenir de l'information spatiale. Une photographie prise au cours d'une reconnaissance du terrain, est une source de connaissances permettant d'établir les relations spatiales. Ce sont cependant, des données analogiques comportant des imprécisions dues à l'altitude, à la couverture nuageuse,... Le travail du photo- interprète consiste à



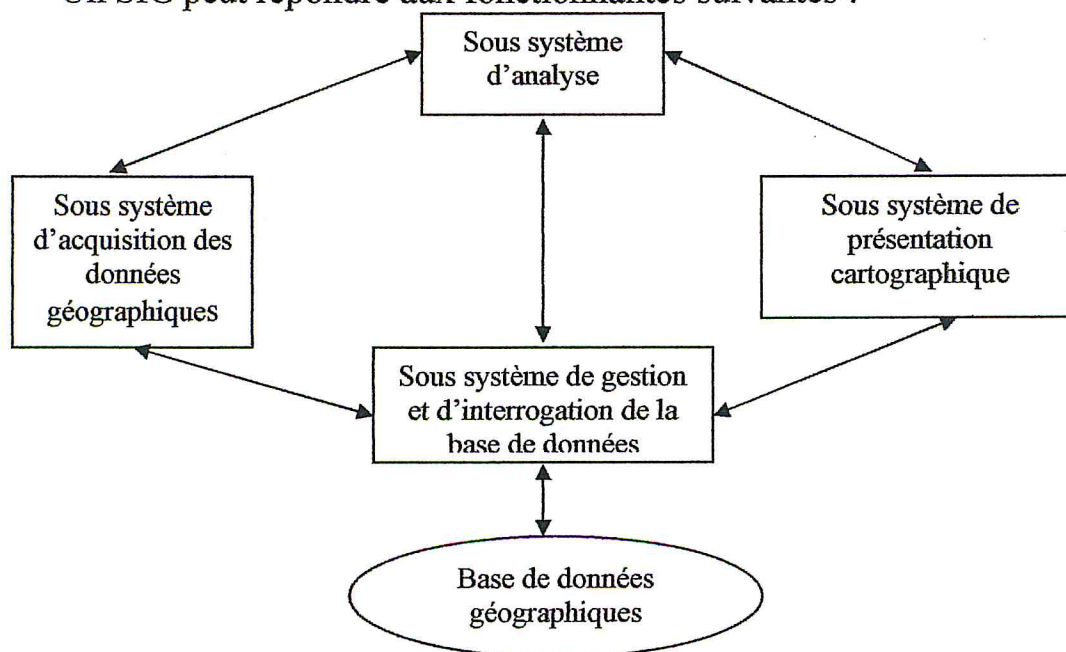
étudier des photographies pour y connaître certains objets et en déduire des éléments d'information. Pour cela, il a besoin d'avoir à sa disposition toutes les informations géographiques qui sont rattachées soit au lieu de la prise de vue aérienne, soit aux objets à reconnaître.

### *-Image satellitaire*

Comme son nom l'indique, c'est une image reçue depuis l'espace. L'image satellitaire brute n'est pas utilisable. Elle comporte des déformations dues à la géométrie de prise de vue, à la topographie et à l'interface de propagation qui est l'atmosphère. La télédétection consiste alors, à corriger, gérer et exploiter ces images.

## 8. Les fonctions d'un SIG

Un SIG peut répondre aux fonctionnalités suivantes :



*Fig. II.3. Les fonctions d'un SIG*

### *a) Sous système d'acquisition des données*

Il permet à l'utilisateur de saisir, collecter et transformer les données spatiales et thématiques sous forme numérique. Il existe différents procédés pour l'intégration des données dans un SIG : la digitalisation, la scannérisation, l'intégration directe via des passerelles depuis d'autres logiciels, l'acquisition par GPS, ...

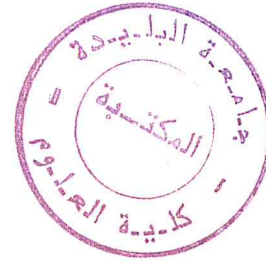
La création d'une base de données géographique nécessite les quatre (04) phases suivantes :

Entrée des données spatialement référencées ;

Prétraitement ;

Entrée des données descriptives ;

Mise en relation des données spatiales et descriptives.



***b) Sous système d'analyse***

Ce sous système propose des opérations permettant à tout utilisateur d'exécuter des traitements spatiales sur la base de données géographiques. Il s'agit de :

La construction de la base de données (concevoir le schéma conceptuel) ;

L'entrée des données dans le système selon les contraintes : topologique, géométriques et attributaires ;

La mise en place de ces données en différentes couches.

***c) Sous système de gestion et d'interrogation***

Ce sous système organise les données de manière à ce qu'elles soient facilement accessibles à l'utilisateur pour des analyses afin de permettre des mises à jour sur la base de données spatiales.

L'interrogation se fait par un langage de requête muni de fonctions qui permettent le traitement de la géométrie.

***d) Sous système de présentation***

Ce sous système permet de produire des documents graphiques tels que :

Des tableaux,

Des graphiques, figures, histogrammes,

Des cartes,

Des images, en particulier des visualisations en trois dimensions, voir des images animées.

Pour élaborer des documents cartographiques, le SIG doit permettre à l'utilisateur de :

Choisir la zone à représenter,

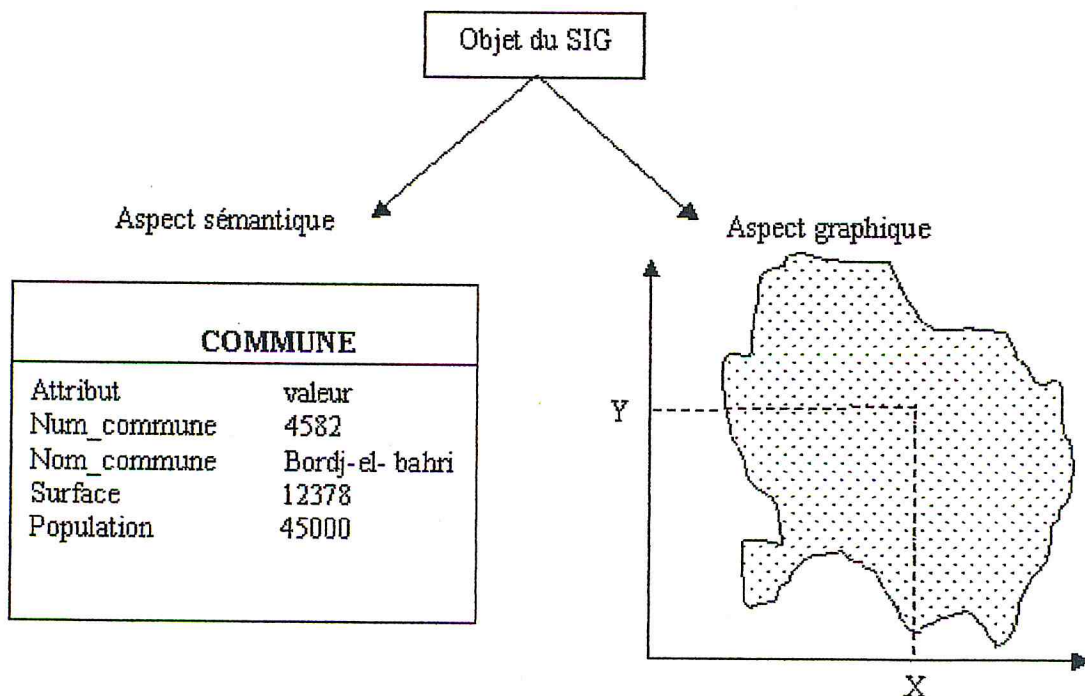
Ajuster l'échelle,

- Choisir les couleurs et les symboles de représentation,
- Placer du texte, des annotations,
- Créer une légende,
- Compléter l'habillage de la carte par des cadres, logos, orientation, ... .

## 9. Représentations des données spatiales

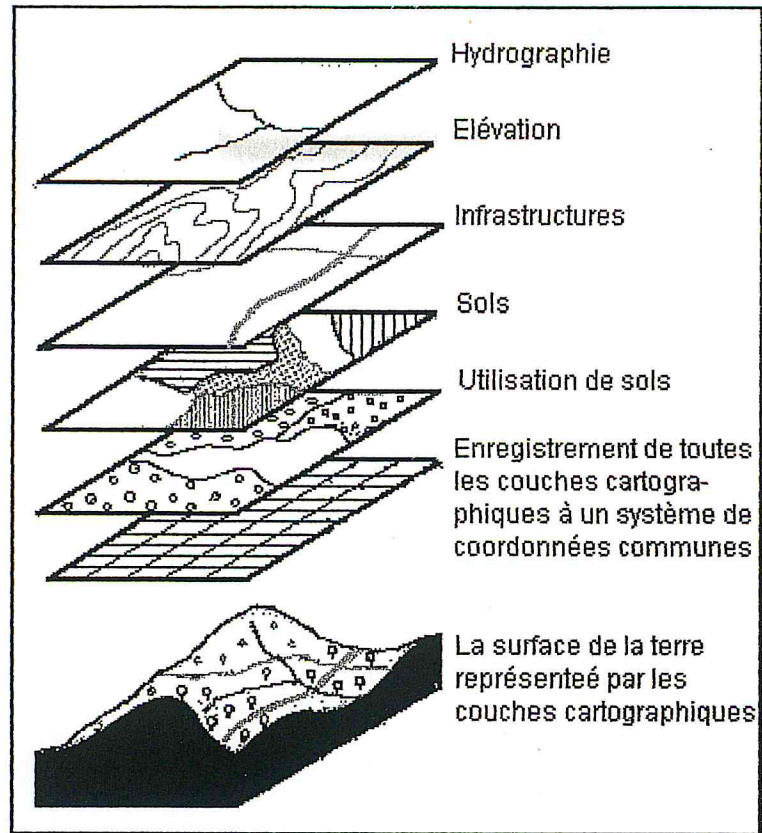
On s'intéresse à l'organisation de bas niveau de cette information. Cela concerne les structures de données informatiques, utilisées pour coder l'information représentée ou stockée dans les SIG. Les choix qui sont faits dans les différents systèmes, à ce niveau d'organisation, ont des répercussions très importantes en terme de performances d'accès aux données et de taille de stockage des bases.

On distingue habituellement deux types d'informations pour les données des SIG: l'aspect sémantique qui donne une description dans différents champs ou attributs, comme dans un SGBD classique. L'aspect graphique qui est le contour de l'objet localisé géographiquement (cf. Fig. II.4).



*Fig. II.4. Information géographique*





**Fig. II.6. Différentes couches d'information géographique**

#### a) Qualité des données dans les Bases de données géographiques

Les bases de données géographiques (BDG) sont devenues aujourd'hui un outil indissociable des systèmes d'information qui les englobent et exploitent les données qu'elles contiennent. Ces systèmes d'informations sont au cœur d'applications variées tant au niveau de la finalité (système d'aide à la décision) que des organismes consommateurs des données (collectivité locale, marketing, etc.).

La qualité des données géographiques est essentielle, elle doit assurer la fiabilité des processus s'appuyant sur elles (par la connaissance de la qualité traduite dans les données).

Il existe deux types de qualité:

**Qualité interne :** Ensemble des propriétés et caractéristiques ou service qui lui confère l'aptitude à satisfaire aux spécifications du contenu de ce produit ou du service.

**Qualité externe :** Adéquation des spécifications aux besoins de l'utilisateur.

**b) La sémiologie**

L'objectif de la sémiologie (graphique) est de choisir les symboles, les couleurs, le placement des textes, etc., de manière à mettre en évidence les caractéristiques propres de la carte.

**11. Gestion des données**

La gestion des informations contenues dans un SIG est assurée par le système de gestion de base de données (SGBD). Globalement, les SGBD se consacrent à toutes les tâches de gestion de l'information. Ces systèmes ont donc les fonctionnalités permettant de diffuser l'information, de maintenir sa qualité et sa cohérence.

**11.1. Les objectifs de gestion de l'information**

- *Accès à l'information*

Les SGBD constituent une interface entre les données et l'utilisateur ou l'application qui les utilise. Les données sont ainsi accessibles sans que celui-ci se préoccupe de leur localisation physique. Les SGBD ont, de plus, des fonctionnalités d'interrogation qui facilitent la recherche de l'information.

- *Cohérence*

La diminution de la redondance facilite le maintien d'une base de données cohérente. Elle ne doit pas contenir des informations contradictoires. La gestion des données par un SGBD facilite le contrôle de cette cohérence.

- *Maintenance*

Les fonctions d'interrogation, la diminution des redondances, ainsi que le maintien de la cohérence facilite la maintenance de la base de données. Les fonctionnalités d'interrogation permettent de sélectionner les données qui doivent être mises à jour, les contraintes d'intégrités vérifient que les mises à jour réalisées n'introduisent pas d'incohérence et la diminution des redondances aide à la



complétude de ces opérations. De plus les SGBD assurent aussi la sécurité des données et les reprises après les pannes lors des transactions.

## 11.2. Modélisation de l'information géographique

Une entité spatiale est une entité que l'on veut pouvoir représenter dans l'espace en définissant sa forme (point, ligne ou polygone) et sa localisation. La relation spatiale est un type d'association liant au moins deux types d'entités spatiales et éventuellement des types d'entités non spatiales. Un attribut spatial est une propriété qui varie dans l'espace. (Ex : altitude, profondeur, etc.).

- **Entités spatiales**

On distingue trois types différents d'entités spatiales (SIG 2D) : les points, les lignes et les polygones.

- **Attributs spatiaux et non spatiaux**

Une entité est décrite par des attributs spatiaux (ex : altitude) et non spatiaux (ex : nom).

- **Relations spatiales**

Les relations spatiales sont générées par les SIG. Ces systèmes offrent en particulier des opérateurs spatiaux permettant à l'utilisateur d'effectuer des requêtes qui intègrent les relations spatiales. On distingue deux types d'opérateurs spatiaux : les opérateurs métriques pour effectuer les mesures et les opérateurs topologiques pour traiter les relations entre les entités. Cinq opérateurs topologiques de base sont définis [LAURINI, 1993] « disjoint », « touche », « croise », « contient » et « égale ».

- **Couche**

On appelle couche (couverture), un ensemble d'un ou plusieurs objets géographiques de même type qui correspondent à un thème donné (ex : le réseau routier, le réseau hydrographique, occupation du sol...). Cette approche simple mais très puissante permet d'organiser le monde réel en une représentation simple afin de



faciliter la compréhension des relations entre les objets géographiques. Cette approche permet en outre de combiner des données de nature différente (données sur l'environnement, d'occupation des sols, économiques...) et de produire automatiquement des cartes thématiques très utiles à la prise de décision.

La séparation en couches permet d'améliorer la gestion de la base de données et l'efficacité des requêtes.

Une couche est dite topologique, si ses objets respectent l'exclusivité spatiale, ce qui signifie qu'il ne peut y'avoir sur une couche, qu'un et un seul objet spatial au même endroit.

## 12. Analyse spatiale :

Selon GOODCHILD « *L'analyse spatiale peut être définie, en gros, comme l'ensemble des méthodes analytiques qui requièrent l'accès autant aux attributs descriptifs des objets analysés qu'aux attributs associés à leur localisation* ». [GOO, 1987]. Aussi il considère que les trois fonctions de base des SIG (saisie, stockage et diffusion) existent pour le service de la quatrième fonction relative à l'analyse spatiale.

Dans la plupart des SIG standards actuels, on trouve une combinaison des capacités analytiques suivantes [LAARIBI, 2000] :

- **Analyse topologique et métrique** : une recherche d'objets géographiques situés à une certaine distance d'un point, d'une ligne ou d'une surface (zone tampon) ; calcul de distance, de surface, etc.
- **Technique de superposition de couches** : un ensemble d'opérations booléennes est un ensemble d'opérations sur les ensembles qui permettent à des entités géographiques, avec un ensemble de caractéristiques communes, d'être identifiées et affichées.

- *Analyse statistique* : un module qui peut effectuer un ensemble de manipulations statistiques sur les données descriptives des objets géographiques.
- *Calculs d'optimisation* : ce sont généralement des calculs relatifs à l'analyse de réseaux qui peuvent déterminer le chemin le plus court d'un point à un autre.

### 12.1. Limites des outils d'analyse dans les SIG

- 1) *Manque de fonctionnalités analytiques* : Les SIG actuels mettent l'accent sur la manipulation cartographique et non sur une véritable analyse de données cartographiques pour fournir des informations utiles pour la prise de décision [BUR, 1990] ;
- 2) *Absence d'une démarche systématique pour l'analyse spatiale* : chaque utilisateur utilise son intuition pour répondre à une requête simple, mais cela peut être peu opérationnel pour répondre à des analyses plus complexes ;
- 3) *Difficultés d'intégration de l'analyse spatiale aux SIG* : les modèles d'analyse spatiale s'intéressent aux traitements des phénomènes de la réalité spatiale alors que le SIG se préoccupe aux éléments qui représentent cette réalité.

CHAPITRE III :  
GESTION DES DÉCHETS



## 1. Introduction

Le petit Larousse définit le déchet comme ce qui est perdu dans l'emploi d'une matière. Du point de vue juridique, le déchet représente tout produit sans valeur et destiné à l'abandon. Du point de vue sociologique, un déchet est défini comme un produit dont on ne sait pas se servir, une ressource en attente d'utilisation ou une lacune du potentiel technologique.

Il ressort de ces définitions que la notion de déchet est très large et fait apparaître la notion de propriétaire, surtout du point de vue juridique où le déchet est compris comme un objet sans propriétaire, posant de ce fait un problème de responsabilité. Pour résoudre ce problème, le législateur a transféré cette responsabilité du propriétaire au producteur des déchets, ce qui a conduit au principe du « pollueur payeur ».

Le but de toute stratégie de gestion de déchets est d'obtenir des déchets ultimes. En effet, on peut extraire une partie valorisable dans tout déchet. Par ailleurs, tout déchet contient une partie potentiellement dangereuse, autrement dit, il n'existe pas de déchets réellement anodins. Cet aspect de dangerosité constitue l'un des enjeux en matière de gestion de déchets.

Un déchet comporte cinq nécessités primordiales, à savoir :

- La nécessité biologique ;
- La nécessité chimique ;
- La nécessité technologique ;
- La nécessité économique ;
- La nécessité écologique.

Le contenu d'une poubelle est caractéristique du producteur de déchets. Ainsi, la nature des déchets pourra varier en fonction des ménages, des quartiers, des villes, des pays, etc. A partir des poubelles de ces différents lieux, il est possible de reconstituer l'histoire de tout un ménage, de tout un quartier, de toute une ville, voire de tout un pays, de par la nature de leurs déchets. La production des déchets est

essentiellement anthropique, même s'il existe une part de déchets qui sont produite par la nature.

## **2. Production et composition des déchets [ALAIN, 2000]**

### **2.1. Les déchets du secteur agricole**

L'agriculture intensive a séparé l'élevage de la culture, et cette séparation a entraîné une augmentation de la production des déchets d'origine agricole. Les fumiers, les lisiers, les fientes, etc., sont des sous-produits valorisables.

Les déchets de culture, tout comme les déchets d'élevage, ne sont pas des déchets ultimes, ils sont biodégradables et peuvent être recyclés. Les forêts produisent des déchets biodégradables mais dont la biodégradation est très lente, dépendant des régions. En Afrique, par exemple, la présence des termites joue un rôle important dans la dégradation du bois. Il est vrai que tous les produits agricoles sont biodégradables. Cependant, lorsqu'on passe de l'agriculture extensive à l'agriculture intensive utilisant des pesticides et des engrais chimiques, on y ajoute des composés de molécules synthétiques non biodégradables. En terme de production, les déchets du secteur agricole sont les plus importants.

### **2.2. Les déchets du secteur industriel**

C'est ce secteur qui va produire les déchets les plus dangereux pour l'environnement. On les appelle encore déchets spéciaux ou déchets toxiques, à fort potentiel de dangerosité. Ils sont en général produits par les industries chimiques, et contiennent moins de matière organique biodégradable. Cependant, les déchets provenant des industries agro-alimentaires, comme les brasseries ou les laïteries, sont tous organiques et biodégradables. Mais le problème que posent souvent les industries agro-alimentaires est la difficile dégradation des déchets au point de rejet, à cause de leur accumulation à cet endroit, causant ainsi des pollutions.

Les déchets banals sont assimilés aux déchets urbains et contiennent peu de déchets dangereux. Ceux provenant du secteur industriel sont essentiellement constitués des déchets d'emballage.



### **2.3. Les déchets du secteur municipal**

Ce type de déchet relève de la responsabilité collective. En France par exemple, la responsabilité des déchets commerciaux est communale. Les déchets du secteur municipal comprennent les Déchets Ménagers Spéciaux (DMS), représentant la part dangereuse des déchets ménagers.

### **2.4. Composition des déchets : Les déchets urbains**

La grande diversité des déchets urbains permet difficilement de connaître le gisement de ce type de déchets. Les déchets urbains varient en fonction des paramètres suivants :

- Le lieu géographique ;
- Le climat ;
- La saison ;
- La situation économique (plus on est riche, plus on produit les déchets) ;
- La structure de l'habitat ;
- Les équipements collectifs ;
- Le niveau de vie de la population ;
- Le mode de vie des habitants ;
- Le mouvement de la population ;
- Le taux de chômage ;
- La taille des ménages.

#### **2.4.1. Composition des déchets urbains**

Le tableau ci-dessous permet de faire une comparaison dans la composition en pourcentage des matières, des déchets urbains de certains pays.



Composants	Maroc	Tunisie	Côte d'Ivoire	Colombie	France
Papiers cartons	20%	17%	9%	17%	24%
Verre	1%	2%	1%	2%	7%
Métaux	3%	3%	1%	1%	4%
Plastiques	2%	5%	1%	7%	12%
Textiles	4%	5%	1%	4%	5%
Fermentescibles	65%	64%	45%	63%	31%
Divers	5%	4%	42%	6%	17%
Densité vrac	0,35%	0,3%	0,2 – 0,6%	0,3%	0,1%
Siccité	30%	40%	60%	30%	60 – 70%
PCI* Kcal/Kg	1000	1 100	1 000	1 000	1 800

\*PCI = Pouvoir Calorifique Interne

*Tab. III.1. Comparaison des déchets urbains*

Il ressort de ce tableau que les pays comme la France produisent une grande quantité de déchets d'emballage, non biodégradables. On remarque une faible production des déchets d'emballage dans les pays en développement, mais un accroissement régulier pour ce qui est de la production des déchets plastiques. On retrouve dans tous les pays une quantité importante des matières organiques fermentescibles. Les déchets riches en matières fermentescibles sont plus lourds, ce qui explique la densité vrac plus importante dans les pays en développement. C'est cette qualité qui va aider à définir des stratégies pertinentes en matière de gestion des déchets. De ce fait, l'usine d'incinération n'est pas forcément le bon système de traitement de déchets en Afrique par exemple. En effet, les déchets africains sont très denses et par conséquent, ils ont un PCI faible qui ne leur permet pas une auto-combustion. En raison de l'humidité de ces déchets, il convient de leur ajouter un comburant pour les aider à brûler. La siccité représente la teneur en matière sèche des déchets, elle est très élevée en France et faible dans les pays en développement.

### 3. Stratégies de gestion des déchets [ALAIN, 2000]

Toute activité biologique, de production, de transformation et de consommation des biens industriels, de dépollution génère une certaine quantité de déchets. De ce fait, la voie à suivre pour assurer une bonne gestion des déchets passe par l'application de principes simples aboutissant à plusieurs stratégies potentielles. Ces principes simples peuvent s'énoncer de la façon suivante :

### **3.1. Connaissance des gisements**

Il est indispensable de disposer au préalable des données de base nécessaires concernant l'inventaire des producteurs de déchets, la nature des déchets produits, leur quantité, ainsi que les conditions locales qui peuvent influencer sur les flux de déchets (démographie, activités industrielles, climat, axes de circulation, potentialités agricoles,...).

### **3.2. Recours aux technologies propres**

Le recours aux technologies propres, notamment dans l'industrie, permet de réduire la quantité de certains déchets ou de produire des déchets moins polluants. L'optimisation du procédé de fabrication d'un produit, sa modification voire son changement complet en utilisant d'autres technologies fait partie des technologies propres.

### **3.3. Recyclage et valorisation**

Les composantes valorisables des déchets, de la production à la consommation, peuvent être recyclées, c'est-à-dire être réintroduits dans un nouveau cycle de production économique. Ce recyclage représente une économie de matières premières et peut se faire dès la production du déchet (récupération des copeaux métalliques lors de l'usinage d'une pièce), ou après un tri à la source auprès des ménages, sous forme de collectes sélectives.

### **3.4. Traitement des déchets**

Si aucun des deux principes précédents ne peut être appliqué, il faut envisager des techniques de traitement des déchets produits de façon à réduire leur potentiel polluant. Les traitements applicables dépendent de la nature du déchet et ont pour but essentiel la transformation chimique du déchet en un composé non toxique ou en un matériau réutilisable dans un nouveau cycle économique : un tel traitement peut alors constituer une étape préalable au recyclage du déchet initial.

### **3.5. Stockage en décharge contrôlée**

Cette notion est fondamentale. Quelle que soit la stratégie adoptée, la technologie propre, le recyclage ou le traitement, chacune de ces étapes génère à son tour une certaine quantité de déchets. La mise en décharge reste alors l'étape ultime de



la gestion des déchets, et souvent la plus importante, lorsque les conditions techniques et économiques de la région ou du pays sont incompatibles avec le recours exclusif au recyclage et au traitement.

### 3.5.1. Approche méthodologique

Le choix d'un site du dépôt d'ordures doit répondre aux lois et normes en vigueur. Il dépend des paramètres suivants :

- **La direction des vents dominants** : elle donne une idée sur l'endroit où le dépotoir peut être installé, afin que l'agglomération soit protégée contre les odeurs et les biogaz des ordures.
- **La nature de sol du site** : cette information est disponible par la disponibilité des cartes géologiques de la zone. A partir de cette dernière, on peut tirer le type de sol adéquat pour un dépotoir, afin de protéger les nappes souterraines situées dans la zone et selon les lois d'aménagement d'un dépotoir. Le sol doit être imperméable, en général de type argileux ou rocheux.
- **Le statut foncier du site** : du point de vue économique, et pour minimiser le coût de la mise en place d'un dépôt d'ordures, il est préférable de choisir les sites domaniaux et éviter au maximum tout ce qui est privée.
- **Le couvert naturel** : la connaissance de la nature d'occupation de sol permet d'éviter toutes les terres agricoles et forestières ainsi que les zones sensibles (les rivières, les côtes...). Aussi, on doit prendre toutes les mesures de lutte contre la pollution des sols d'une coté, et les ressources en eau (surfaces aquatiques superficielles et les nappes souterraines) par le dépôt d'ordures de l'autre coté.

Il faut tenir compte de toutes les données géologiques, hydrogéologique et hydrographique de la zone.

- **L'exposition visuelle** : afin de préserver l'esthétique de la ville et conserver la beauté des paysages, il faut que le dépôt d'ordures soit éloigné des groupes de pressions (agglomération). Cette distance d'éloignement de dépôt d'ordures est décrite par les lois de l'aménagement de territoire. Elle est fixée entre 5 et 10 km.



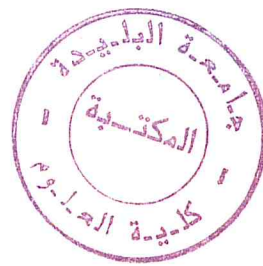
- **La pente du terrain** : afin de faciliter la décharge des ordures sur le dépotoir lui-même d'une part, et pour alourdir l'écoulement des lixiviats dans les saisons de forte pluviométrie d'autre part, la pente du terrain pour un dépotoir est fixée à 5% au maximum.
- **La superficie du site** : elle est proportionnelle au nombre d'habitants et au volume de production des déchets par jour/habitant. Aussi le taux de croissance de la population de la région, doit être pris en compte afin d'estimer la capacité et l'âge d'activité d'un dépôt d'ordures.
- **Le transport** : il est nécessaire de choisir le chemin le plus court pour gagner le temps et minimiser le coût de transport des ordures jusqu'à le dépotoir en question.

#### **4. Conclusion**

Aucune de ces stratégies ne peut, à elle seule, résoudre la gestion de tous les déchets produits par une société moderne, pas plus qu'elle n'est capable, à elle seule de résoudre tous les problèmes posés par un déchet. On est donc dans l'obligation de faire appel à un ensemble de techniques différentes pour mener à bien la gestion complète d'un déchet.

# CHAPITRE IV :

## ANALYSE ET CONCEPTION



## 1. Introduction

Quelque soit la stratégie adoptée, la technologie propre, le recyclage ou le traitement, chacune de ces étapes génère à son tour une certaine quantité de déchets. La mise en décharge reste alors l'étape ultime de la gestion des déchets, et souvent la plus importante, lorsque les conditions techniques et économiques de la région ou du pays sont incompatibles avec le recours exclusif au recyclage et au traitement.

Notre projet s'intéresse à la sélection des sites adéquats pour les dépôts d'ordures, et l'élimination de ceux qui sont inadéquats.

Pour la conception de notre base de données, on a choisi la méthode MADS (Modélisation d'Application à Donnée Spatio-temporelles). MADS est une méthode orientée objet développée dans un contexte applicatif de gestion et d'aménagement du territoire.

## 2. MADS (Modélisation d'Application à Données Spatio-temporelles)

MADS est une méthode orientée objet développée par C.Parent, S.Spaccapietra et E.Zimányi [PAR, 1997] dans un contexte applicatif de gestion et d'aménagement du territoire : gestion pétrolière en Colombie, gestion du réseau urbain des claires et usées de la ville de Genève, .... Les auteurs de cette méthode proposent un modèle conceptuel de données sous forme "d'entité-association" conçu selon trois (03) axes : structurel, spatial et temporel.

### *a- Concept structurel*

Le modèle MADS proposé est de type Objet-relation étendu, qui offre les concepts usuels: objet, association, attribut, lien de généralisation, lien d'agrégation ainsi qu'un ensemble de contraintes d'intégrités associées.

### *b- Concept spatial*

La méthode MADS propose une hiérarchie de type de représentation spatiale des objets. Cette représentation est décrite dans la classe par un attribut prédéfini « GEOMETRY » dont le domaine de valeur est un type abstrait spatial (table IV.1).














type spatial	picto.	dimension	définition
géo		0, 1 ou 2	tout type spatial défini ci-dessous dans ce tableau
géosimple		0, 1 ou 2	tout type spatial simple (un point, une ligne, une ligne orientée ou une surface simple)
point		0	un point
ligne		1	toute ligne qu'elle soit droite, courbe, brisée, fermée ou non, orientée ou non
ligne orientée		1	toute ligne orientée qu'elle soit droite, courbe, brisée, fermée ou non
surface simple		2	toute surface connexe (avec éventuellement des trous)
géocomposé		0, 1 ou 2	toute composition de types spatiaux simples
semis		0	une collection de points
graphe		1	une collection de lignes
digraphe		1	une collection de lignes orientées
surface complexe		2	une collection de surfaces simples

Table IV.1. Type abstrait de données spatiales

**Associations spatiales :**

MADS ne se limite pas seulement à la représentation spatiale des objets, elle offre aussi des relations spatiales reliant ces objets et qui peuvent être de différents types : topologiques (table IV.2, figure IV.1), agrégation (figure IV.2), généralisation (figure IV.3) et spécialisation (figure IV.4).







type spatial	picto.	définition
disjonction		aucun partage (valable pour tout type d'objet spatial)
adjacence		partage sans intérieur commun
croisement		partage d'une partie de l'intérieur tel que la dimension de l'objet partagé est strictement inférieure à la plus grande dimension des deux objets en relation.
recouvrement		partage d'une partie de l'intérieur tel que la dimension de l'objet partagé est égale à la plus grande dimension des deux objets en relation (valable pour des types spatiaux de même dimension)
inclusion		la totalité de l'intérieur de l'un correspond à une partie de l'intérieur de l'autre
égalité		partage de la totalité de l'intérieur et de la totalité de l'enveloppe (valable pour des types spatiaux de même dimension)

Table IV.2. Type de relations topologiques

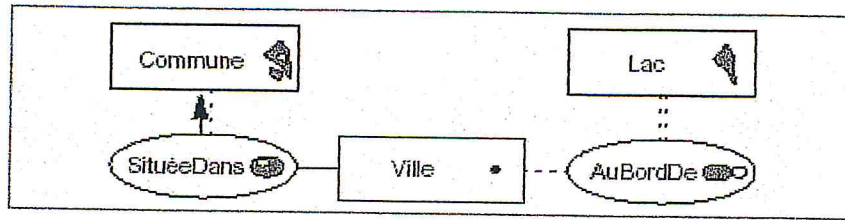


Figure IV.1. Exemple de relations topologiques

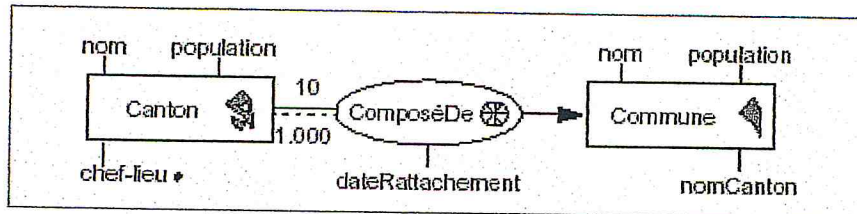
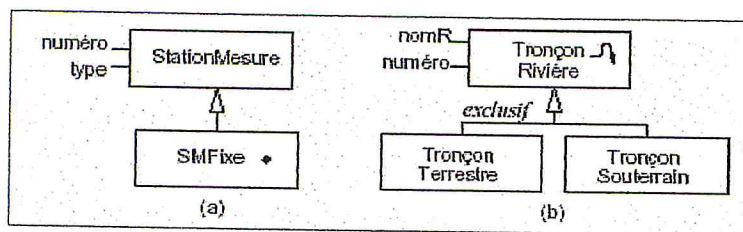
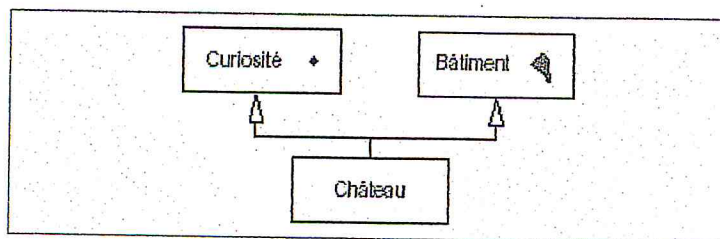


Figure IV.2. Exemple de lien d'agrégation



(a) le lien de généralisation peut relier des types d'objet spatiaux et non-spatiaux.  
 (b) chaque objet des sous classes est lié à une spatialité héritée de la super classe.

Figure IV.3. Exemple de lien de généralisation



la spatialité des instances de la classe château peut avoir une des spatialités héritées (point ou surface) en spécifiant le point de vue considéré (curiosité, bâtiment).

Figure IV.4. Exemple de lien de spécialisation

D'autres types de relations peuvent être définies explicitement par l'utilisateur à l'aide des méthodes associées aux types abstraits spatiaux. Par exemple, une relation spatiale de proximité « Proche de » peut être définie entre deux types d'objet spatiaux: ville et lac avec la contrainte d'intégrité spatiale distance (ville, lac) < 5km.



### Concept temporel

La temporalité dans MADS est associée à tout concept du modèle : attribut, objet et association.

- Elle conserve les différentes valeurs d'un attribut prises au cours du temps ;
- Elle conserve l'existence des objets dans leur type plutôt que leurs valeurs. Ce qui permet de garder trace de cycle de vie des objets définis par des événements de création, de réactivation et de destruction ;
- De même, elle garde trace du cycle de vie des instances d'une association. Celle-ci peut être créée, suspendue, réactivée ou détruite.

De plus, la méthode MADS offre divers types d'associations temporelles. On peut citer :

- *Agrégation temporelle* : l'objet composant représente soit des instantanés, soit des périodes de vie de l'objet composé.
- *Agrégation instantanée* : l'objet composé est temporel tandis que le type d'objet composant ne l'est pas forcément.
- *Généralisation* : l'objet de la sous-classe possède deux cycles de vie. L'un hérite de la super classe qui décrit la vie totale de l'objet, et l'autre propre à l'objet.
- *Association de transition* : modélise le changement de classe des objets.
- *Association de génération* : modélise les processus qui donnent lieu à l'émergence de nouveaux objets.

### 3. Conception de la base de donnée géographique

Le succès de la conception des bases de données géographiques (BDG) tient à une démarche et une méthodologie rigoureuse, qui doit s'adapter aux besoins des utilisateurs multiformes : grand public, touristes, transporteurs routiers, et professionnels de l'environnement au sens large. Cependant, l'objectif de ce travail n'est pas d'implémenter une BDG qui répond à tous ces besoins, mais juste ce que revendique notre travail (la réalisation de notre application repose sur certaines tables de la conception).



La problématique posée dans ce travail est de trouver des sites adéquats pour les dépôts d'ordures, et l'élimination de ceux qui sont inadéquats.

Afin d'arriver à concevoir la BDG qui répond aux besoins de notre travail, il faudra bien dégager un ensemble de classes d'objets tout en définissant les relations entre ces objets, qui vont être considérés durant le processus de prise de décision.

### 3.1. Classes d'objets

- **Classe commune** : c'est une entité administrative, représente les chefs lieux de willaya ;
- **Classe limite** : définit les limites de la zone d'étude de la zone d'étude ;
- **Classe route** : une suite de tronçons de route de la zone d'étude ;
- **Classe tronçons** : Un tronçon de voies de communication spécialement aménagée pour la circulation de la zone d'étude ;
- **Classe parcelle** : l'unité principale de découpage des îlots de la zone d'étude ;
- **Classe bâtiment** : contient toutes les bâtiments de la zone d'étude ;
- **Classe réseaux hydrographiques** : contient toutes les réseaux hydrographiques de la zone d'étude ;
- **Classe réservoir** : contient toutes les réservoirs de la zone d'étude ;
- **Classe zones** : contient toutes les zones de la zone d'étude ;
- **Classe zones équipement** : contient toutes les zones équipement de la zone d'étude ;
- **Classe zones militaires** : contient toutes les zones militaires de la zone d'étude ;
- **Classe zones activité** : contient toutes les zones activité de la zone d'étude ;
- **Classe zones industriels** : contient toutes les zones industriels de la zone d'étude ;
- **Classe habitats** : contient toutes les habitats de la zone d'étude ;
- **Classe habitats individuels** : contient toutes les habitats individuels de la zone d'étude ;

- **Classe habitats collectifs** : contient toutes les habitats collectifs de la zone d'étude;
- **Classe pente** : représente la topographie de la zone d'étude;
- **Classe terre** : contient toutes les terres de la zone d'étude;
- **Classe point** : Coordonnées X et Y ;
- **Classe ligne** : Ensemble de coordonnées X et Y qui définissent les sommets constituant la ligne;
- **Classe polygone** : Ensemble de coordonnées représentant l'ensemble des sommets du polygone;
- **Classe nœud** : Un point qui est soit un nœud terminal, soit un nœud isolé ou un nœud label;
- **Classe nœud terminal** : Un nœud qui est extrémité d'un ou de plusieurs arcs;
- **Classe nœud isolé** : Un nœud dont il représente la géométrie d'un objet réel ou la localisation d'un phénomène;
- **Classe nœud label** : Un nœud lié à une face ou un polygone donné;
- **Classe arc** : Une ligne ayant un nœud à chaque extrémité ; une ligne dont on spécifie ses extrémités, et coupant une face en deux ;
- **Classe face** : Un polygone dont on détermine les arcs formant son périmètre.

### 3.2. Relations

- **Composée de** : Relation de composition
- **Forme** : Relation de composition ;
- **FG (face gauche)** : Relation de composition ;
- **FD (face droite)** : Relation de composition ;
- **Appartient** : Relation de composition ;
- **N de fin (Nœud de fin)** : Relation de composition ;
- **N de départ (Nœud de départ)** : Relation de composition ;
- **Composée L** : composé limite ;
- **Croise** : relation de croisement ;
- **Composée P** : composé parcelle ;

- *Adjacent* : relation d'adjacence ;
- *Au bord de* : relation d'adjacence ;
- *Possède* : relation d'inclusion ;
- *Appartient Z* : appartient zones (relation d'inclusion)
- *Situent* : relation d'inclusion ;
- *Appartient T* : appartient terre (relation d'inclusion) ;
- *Appartient P* : appartient pente (relation d'inclusion) ;
- *Contient* : relation d'inclusion.

### 3.3. Dictionnaire de données

Dans le tableau qui suit, est répertorié le dictionnaire de données.

<i>Code</i>	<i>Désignation</i>
Commune (classe d'objets)	Commune
Nom_com	Nom commune
Surf_com	Surface commune
Pop_com	nombre d'habitants dans la commune
Parcelle (classe d'objet)	Parcelle
ID_Par	Identifiant parcelle
Pop_Par	nombre d'habitants dans la parcelle
Nbr_Log	Nombre de logent dans la parcelle
Surface	Surface parcelle
PPt	Propriétés de parcelle
Nbr_Bati	Nombre de bâtiment dans la parcelle
Type_Sol	Type de sol de parcelle
Route (classe d'objets)	Route
ID_Route	Identifiant de route
Long	Longueur de la route
Type	Type de la route
Tronçon	Tronçon



(classe d'objets) ID_Tronçon Long	Identifiant du tronçon Longueur du tronçon
Bati (classe d'objet) ID_Bati Nbr_Etage Nbr_App	Bâtiments  Identifiant Bâtiment Nombre Etages Nombre appartement
Limite (classe d'objet) ID_Lim Long	Limite  Identifiant Limite longueur Limite
RH (classe d'objet) ID_RH Long Prof Type	Réseaux Hydrographique  Identifiant Réseaux Hydrographique longueur Réseaux Hydrographique profondeur Réseaux Hydrographique Type Réseaux Hydrographique
Réservoir (classe d'objets) ID_Res Capa	Réservoir  Identifiant Réservoir Capacité Réservoir
Zones (classe d'objet) Nom_Zone Surface	Zones  Nom Zones Surface Zones
Zone_militaire (classe d'objets) Nom_Zone Surface	Zone militaire  Nom Zones Surface Zones
Zone_Activ (classe d'objets)	Zone d'activité

Nom_Zone Surface	Nom Zones Surface Zones
Zone_Equipement (classe d'objets) Nom_Zone Surface	Zone Equipement  Nom Zones Surface Zones
Zone_Inds (classe d'objets) Nom_Zone Surface Nbr_Indus	Zone Industrielle  Nom Zones Surface Zones Nombre industrie
Habitats (classe d'objet) ID_Hab Nbr_Hab	Habitats  Identifiant Habitats Nombre Habitats
Hab_coll (classe d'objets) ID_Hab_coll Nbr_Hab_coll	Habitats collectifs  Identifiant Habitats collectifs Nombre Habitats collectifs
Hab_Indv (classe d'objets) ID_Hab_Indv Nbr_Hab_Indv	Habitats individuels  Identifiant Habitats individuels Nombre Habitats individuels
Pente (classe d'objet) ID_Pe Valeur_Pe	Pente  Identifiant Pente Valeur Pente
Terre (classe d'objet) ID_Te Nature_Surface	Terre  Identifiant Terre Nature surface
Point (classe d'objet)	Point

Ligne (classe d'objets)	Ligne
Polygone (classe d'objets)	Polygone
Nœud (classe d'objets)	Nœud
Nœud terminal (classe d'objets)	Nœud terminal
Nœud isolé (classe d'objets)	Nœud isolé
Nœud label (classe d'objets)	Nœud label
Arc (classe d'objet)	Arc
Face (classe d'objet)	Face

Table IV.3. Dictionnaire de données

Les tableaux suivants donnent pour chacune des données décrites auparavant, son type et sa longueur :

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
Nom_Com	caractère	20
Surf_Com	flottant	-
Pop_Com	entier	-

Table IV.4. Table commune

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_Par	entier	20
Pop_Par	entier	-
Nbr_Log	entier	-
Surface	flottant	-
PPt	caractère	20
Nbr_Bati	entier	-
Type_Sol	caractère	20

Table IV.4. Table parcelle

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_route	entier	20
Long	flottant	-
Type	caractère	-

Table IV.5. Table route



<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_Tronçon	entier	20
Long	flottant	-

*Table IV.6. Table Tronçon*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_Bati	entier	20
Nbr_Etage	entier	-
Nbr_App	entier	-

*Table IV.7. Table Bâti*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_Limite	entier	20
Long	flottant	-

*Table IV.8. Table Limite*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_RH	entier	20
Long	flottant	-
Prof	flottant	-
Type	caractère	20

*Table IV.9. Table RH*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_Res	entier	20
Capa	flottant	-

*Table IV.10. Table réservoir*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
Nom_Zone	caractère	20
Surface	flottant	-

*Table IV.11. Table zone militaire*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
Nom_Zone	caractère	20
Surface	flottant	-

*Table IV.12. Table zone activité*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
Nom_Zone	caractère	20
Surface	flottant	-

*Table IV.13. Table zone équipement*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
Nom_Zone	caractère	20
Surface	entier	-
Nbr_Indus	entier	-

*Table IV.14. Table zone industrielle*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_Hab_coll	entier	20
Nbr_Hab_coll	entier	-

*Table IV.15. Table habitats collectifs*

<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_Hab_Indiv	entier	20
Nbr_Hab_Indiv	entier	-

*Table IV.16. Table habitats individuels*

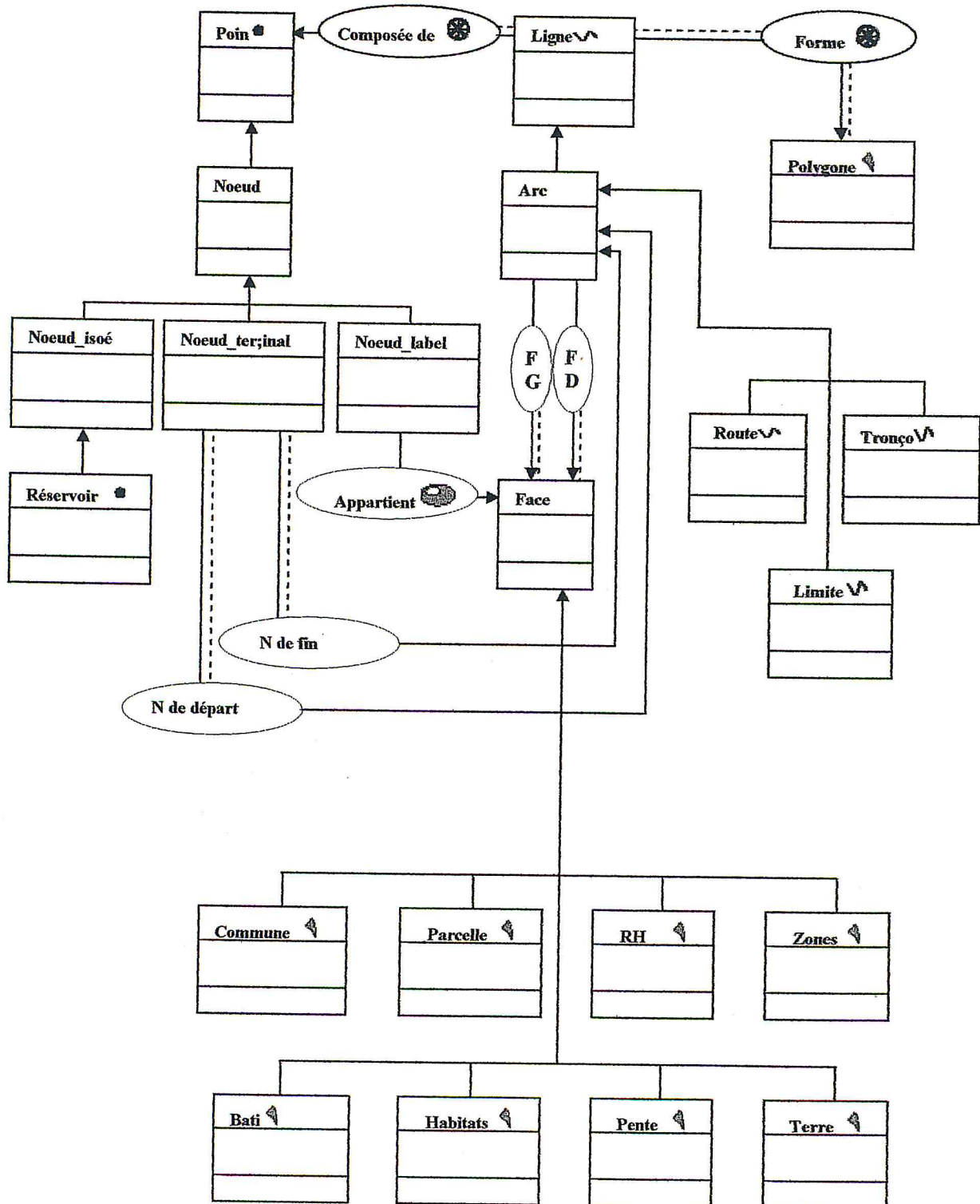
<i>Champ</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>
ID_Pe	entier	20
Valeur_Pe	flottant	-

*Table IV.17. Table pente*

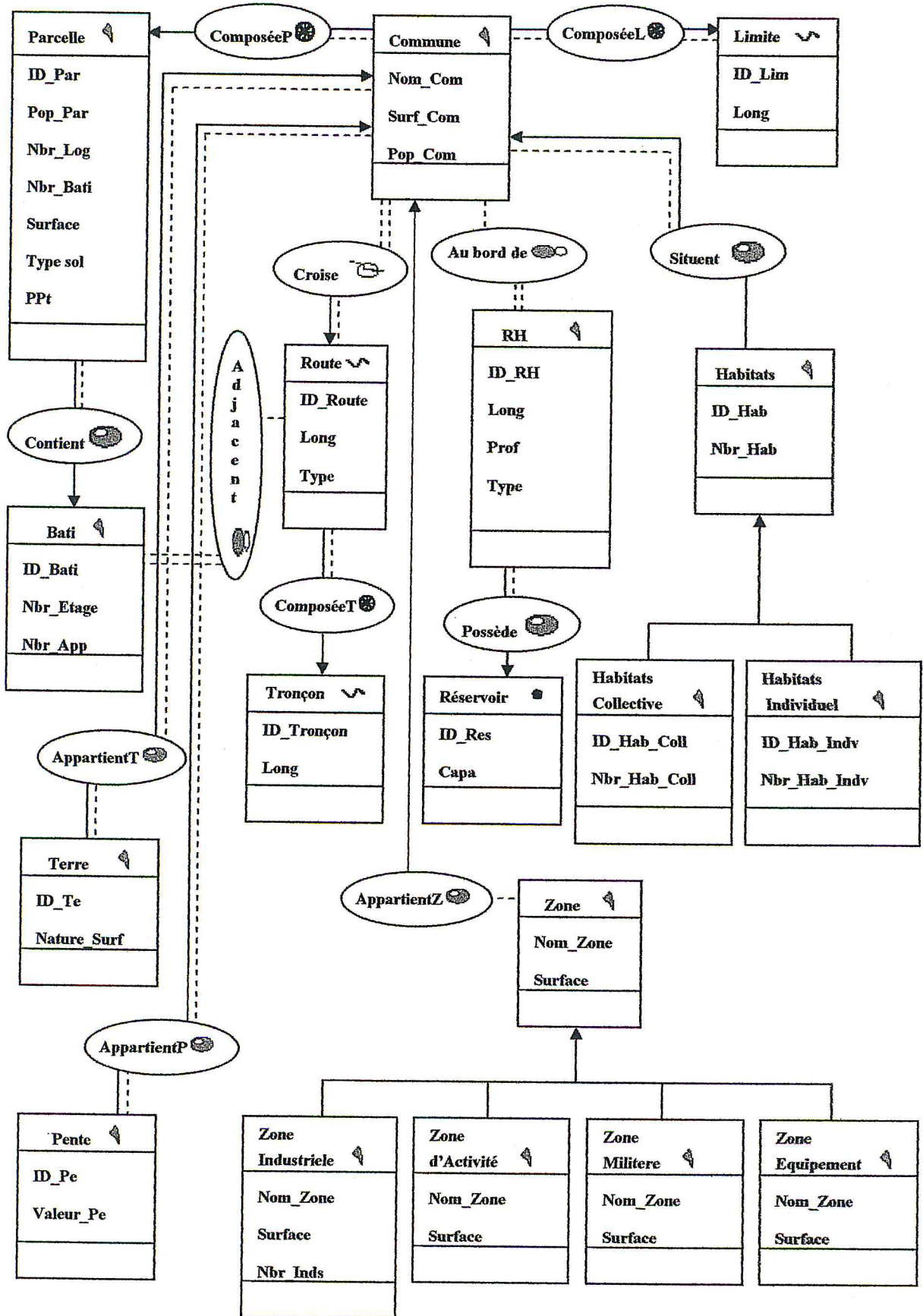
Champ	Type	Longueur
ID_Te	entier	20
Nature_Surface	caractère	20

Table IV.18. Table terre

3.4. Le modèle conceptuel spatio-temporel (MADS)







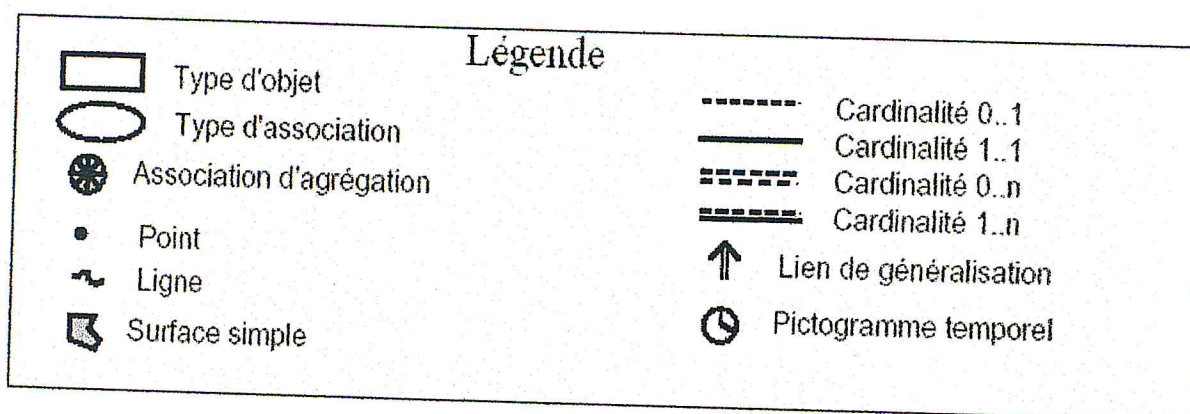


Figure IV.5. Le modèle conceptuel spatio-temporel (MADS)

### 3.5. Description des traitements

Les traitements effectués lors de notre conception sont décrits suivant :

<i>Classe</i>	<i>Traitement</i>
Commune	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (surface, distance).
Parcelle	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (adjacence, intersection, inclusion).
Zones	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (adjacence, intersection, inclusion).
Bâti	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (adjacence, inclusion).
RH	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (adjacence, intersection, inclusion).
Réservoir	Création, MAJ, consultation, suppression, impression, calcul (inclusion).
Habitats	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (inclusion).
Terre	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (inclusion).
Limite	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (longueur, inclusion).
Route	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (longueur, distance, intersection).

Tronçon	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (longueur, distance, intersection).
Pente	Création, MAJ, suppression, consultation, impression, calcul (inclusion).

*Table IV.4. Tableau représentatif des traitements relatif aux classes*

#### 4. Les différentes phases de projet

Les différentes phases de cette étude sont les suivantes :

- Recherches bibliographiques et enquête sur le terrain ;
- Analyse (scénario) ;
- Modèle cartographique.

##### 4.1. Recherche bibliographique et enquête sur le terrain

Cette étude demande une recherche bibliographie intense sur la zone, et le renforcement de cette dernière par un inventaire de l'environnement naturel, ainsi qu'une enquête sur le terrain. Ceci nous permet d'estimer la superficie, la capacité, l'âge et la prévision de l'endroit adéquat pour un dépôt d'ordures ; tout cela est en fonction :

- Du Nombre d'habitants et leurs modes de vie ;
- Des Infrastructures existantes (les marchés, les restaurants, les gares routière,...) ;
- du volume de déchets produits ;
- de la Caractérisation des déchets.

##### 4.1.1. Estimation de la production des déchets

Afin d'estimer la superficie, la capacité et l'âge d'un dépôt d'ordures pour une agglomération, il faut évaluer le poids et le volume des déchets produits par cette agglomération. Dans le cas général, le volume de déchets produits par un habitant par



jour dans le monde est différent entre les pays développés et les pays de tiers monde, ce volume quotidien est fixé en moyenne à 1.2 kg par habitant [Munich, 2000].

Pour évaluer le volume de déchets ménagers pour une agglomération, il suffit de multiplier le volume quotidien par personne/jour par la population (recensement le plus récent) et par 365 jours.

#### 4.1.2. Estimation de la superficie réservée pour les déchets ménagers

Selon les spécialistes dans le domaine de l'environnement, la superficie réservée pour les déchets ménagers produits par un habitant et par an est de 1m<sup>2</sup>.

Afin d'éviter les problèmes causés par la saturation du dépotoir, il faut fixer pour ce dernier une durée d'activité maximale, cette durée est fixée selon les spécialistes de l'environnement à 40ans.

La superficie(S) d'un dépôt d'ordures pour une agglomération de population (P) avec un taux de croissance (T) est :  $S = P (1+T)^{40}$

### 4.2. Etude d'analyse

Cette étape consiste à vérifier les conditions de la mise en place d'un dépôt d'ordures, à analyser chaque donnée disponible et à combiner toutes les données, suivant les critères qui répondent aux lois et normes d'aménagement d'un dépotoir, afin d'atteindre le but final de cette approche :

#### 1. La direction du vent dominant

Pour protéger la ville contre les odeurs et le biogaz des déchets, il faut tenir compte des vents dominants dans la région, ce vent présente le facteur principal de propagation des odeurs nuisibles aux habitants de l'agglomération. La connaissance des vents dominants permet donc de désigner le secteur où on doit déposer le dépôt d'ordures. Comme est indiqué par le schéma ci-dessous: les vents dominants viennent du nord-ouest.

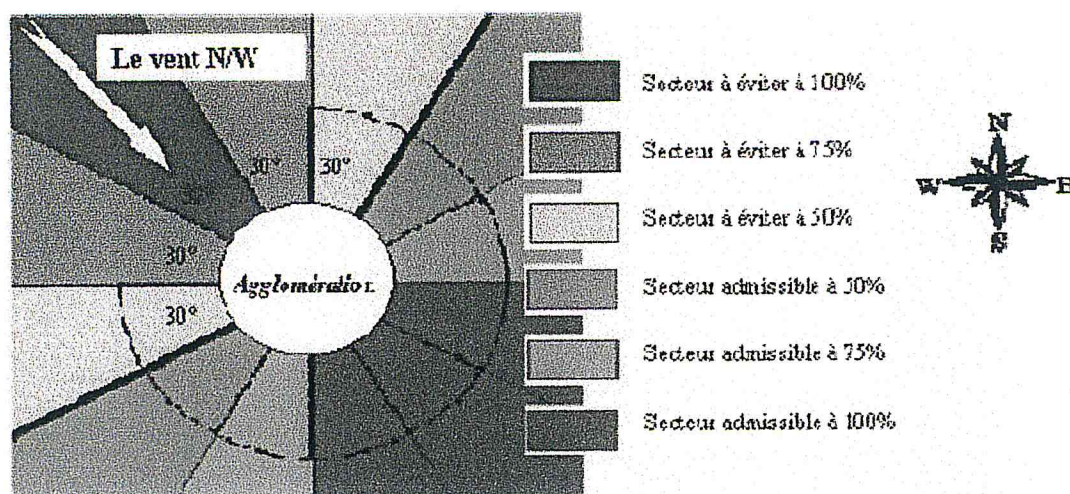


Figure IV.6. Le facteur de vent dominant

### Opération SIG :

Grâce à l'outil SIG et ses fonctions, on peut éliminer une partie d'une zone suivant un angle et une direction bien déterminée (direction de vent dominant).

- Numérisation de la carte topographique de la région ou une image satellitaire de haute résolution ;
- Projeter cette dernière suivant un système de projection bien déterminé ;
- Délimitation de la zone d'agglomération afin de créer un polygone et identifier leur centroïde.
- L'élimination de la zone inadéquate suivant la direction de vents dominants à partir du centre du polygone (centroïde).
- Création d'une couche pour le résultat obtenu, couche « agglomération ».

## 2. L'éloignement de la ville

Après la détermination des secteurs adéquats pour un dépôt suivant la direction de vents dominants, on passe à l'éloignement par rapport à l'agglomération. Cette distance de l'éloignement est déterminée suivant les normes d'aménagement des territoires. Comme déjà précisé, cette distance est fixée entre 5 à 10km.

### Opération SIG

Création de deux zones tampons (Buffer) sur le dernier résultat :

- Buffer de 5km.
- Buffer de 10km.



- La soustraction géométrique des deux zones tampons.
- Création d'une couche pour le résultat obtenu, couche « éloignement ».

De cette manière, on précise exactement une partie de la zone qui présente le secteur favorable (secteur d'anneau avec une largeur de 5km) pour un dépotoir, sur laquelle on applique les différents critères antérieurs.

### **Remarque**

A partir de ce point là, et pour créer le modèle numérique de terrain (MNT) et les autres couches dérivées, la digitalisation des courbes de niveaux, les points cotés etc..., ne se fera que sur le secteur favorable déterminé par les deux critères précédents afin de gagner le temps et donner un rythme accéléré pour la démarche du projet, parce qu'il est inutile de prendre en considération toute la zone.

### **3. L'identification des zones admissibles**

Pour trouver le sol adéquat pour un dépotoir, il faut démontrer qu'il n'y a aucune ressource végétale, aquatique (superficielle ou souterraine) ou faunistique sur le terrain. Par ailleurs, aucune ressource archéologique ou patrimoniale n'a été identifiée sur le terrain. Dans le cas contraire, il faut créer des zones tampon autour de ces ressources.

- **Statut foncier** : selon les lois d'aménagement du territoire qui stipulent que l'installation d'un dépôt d'ordures soit de préférence sur un terrain domanial et que soit un terrain libre de construction avec une surface (S) telle que :

$$S = P (1+T)^{40} \text{ avec : } S : \text{ la superficie du dépotoir.}$$

*P* : la population de l'agglomération.

*T* : le taux de croissance de la population par an.

### **Opération SIG :**

- Digitalisation des plans cadastraux relatifs à la couche : « éloignement » ;
- Projeter dans le même système de projection que la carte topographique ;
- Extraction des parcelles domaniales ;



- Filtration de toutes ce qui terre agricole et terre foresterie suivant les attributs affectés (Table : natures des terres) ;
- Sélection des parcelles dont la superficie est supérieure ou égale à S. (S : La superficie calculée en fonction de la population de l'agglomération) ;
- Création de la couche pour le résultat obtenu, couche « zones domaniales ».

#### **4. Le réseau hydrographique**

Pour protéger le couvert naturel de la zone notamment les surfaces aquatiques telle que les rivières, les lacs et tout ce qui constitue le réseau hydrographique contre le lixiviat engendré par les déchets, on va créer des zones tampons autour des surfaces aquatiques disponibles dans la région. Selon les agences de protection de l'environnement n'importe quelle installation doit être éloignée au minimum de 500m de la masse aquatique.

#### **Opérations des SIG**

5. Digitalisation sur la carte topographique tout ce qui constitue le réseau hydrographique et les autres masses d'eau (la digitalisation se fait que sur la zone favorable identifiée par les deux premières conditions) ;
6. Création d'une zone tampon (Buffer) de 500m de part et d'autre de toutes les surfaces hydrographiques ;
7. Intersection géométrique avec le résultat précédent ;
8. Création d'une couche pour le résultat obtenu, couche : « sites RH ».

#### **5. Le type du sol pour un dépôt d'ordures**

Le choix de dépotoir doit aussi prendre en considération l'impact sur les nappes souterraines, comme il faut fonder sur la prémisse, que ce dépotoir peut atténuer et gérer de manière constante et contrôler les infiltrations engendrées par les déchets qui y seront déposés dans l'avenir.

A partir des données géologiques sur le terrain on fait une sélection totale de tous les sols imperméables de types argileux et rocheux, pour ne pas infecter les nappes souterraines.

#### ***Opérations des SIG :***

L'outil SIG offre cette possibilité, par l'application d'une simple requête sur l'attribut de type de sol.

### **6. La nature de surface pour un dépôt d'ordures**

Après la connaissance des types de sols pour un dépôt d'ordures de l'étape précédente, il nous faut connaître leur nature de surface telle que leur pente. L'outil SIG donne la possibilité de générer cette information à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT). Ce dernier présente la couche d'information montrant la morphologie du terrain et est considéré à juste titre comme l'un des plus importants dans la mise en place d'un SIG.

Dans cette approche, la génération de cette couche par un SIG se fait par la digitalisation des courbes de niveau et les points cotés, et l'emploi en général de la structure de réseau de triangles irréguliers (Triangular Irregular Network). Les éléments structuraux du modèle (failles, lignes de ruptures de la pente, zones planes) seront pris en compte.

Afin de faciliter le mouvement des véhicules de décharges sur la zone du dépotoir, il faut prendre en considération la pente optimale pour un camion chargé d'ordures et qui est estimée inférieure ou égale à 5%.

L'obtention du MNT permettra d'en dériver les couches d'informations utiles pour le choix d'un dépôt d'ordures adéquat, tel que la couche des pentes. Donc, sur cette dernière et grâce aux fonctions de SIG on fait un filtrage de toutes les pentes supérieures à 5%.

#### ***Opération des SIG :***

- Digitalisation sur la carte topographique des courbes de niveau et des cotés ;
- Génération du MNT par la fonction TIN ;
- Génération de la carte des pentes ;

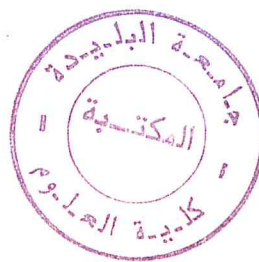
- Extraction des zones de pente inférieure ou égale à 5% ;
- Intersection géométrique avec le résultat précédent ;
- Création d'une nouvelle couche pour le résultat obtenu, couche : « sites admissibles ».

## **7. Transport**

A la fin de l'application des différents critères précédents et grâce à l'outil SIG on obtient en général plusieurs sites séparés et qui vérifient toutes les conditions, pour cela on pose un dernier critère sur le transport afin de finaliser sur un seul site adéquat. Ce critère va aider concrètement à minimiser le temps et le coût de transport des ordures, donc il est nécessaire de choisir le chemin le plus court.

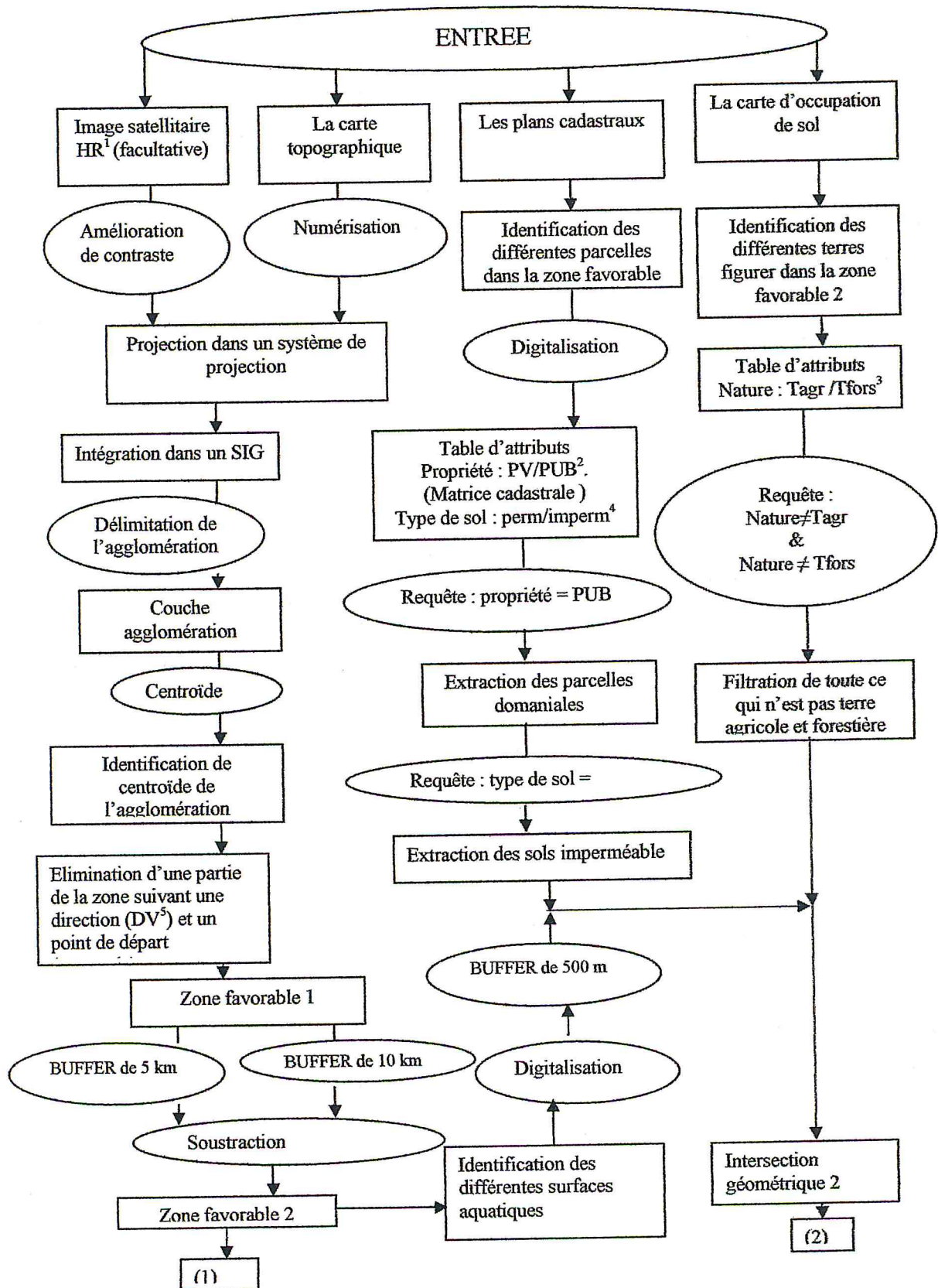
### ***Opérations des SIG :***

- Digitalisation du réseau routier juste sur le secteur favorable ;
- Calcul du chemin le plus court depuis le centroïde de l'agglomération vers les différents sites admissibles ;
- Création d'une couche pour le site final le plus admissible.





4.3. Modèle cartographique



La suite de modèle cartographique :

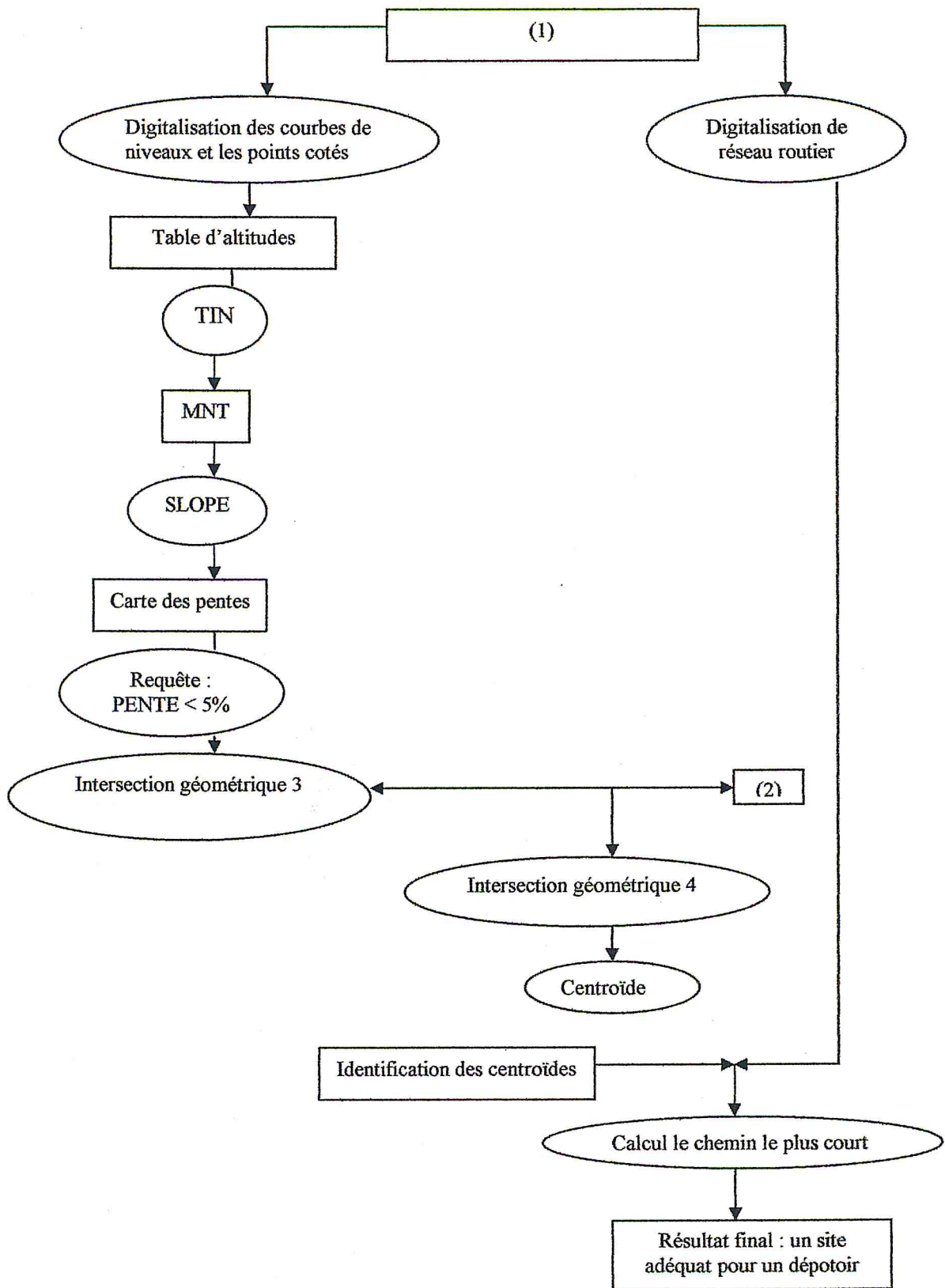


Figure IV.7. Modèle cartographique

## 5. Solution informatique

Pour la réalisation de notre application nous avons utilisé le logiciel ArcView<sup>®</sup> 3.2 d'ESRI (Environmental Systems Research Institute). Il constitue une plate-forme adaptable à notre problématique et aux données disponibles.

### Présentation d' ArcView<sup>®</sup> 3.2 :

ArcView<sup>®</sup> 3.2 constitue une solution de visualisation de données géographiques, de requêtes, d'analyse de données spatiales et de création de carte conçue pour l'environnement Windows. Ce logiciel est un produit de la société américaine Environmental Systems Research Institute (ESRI). Il est caractérisé comme étant un système :

- Très souple pour la gestion des données géographiques sur PC ;
- Permettant l'interrogation ;
- Permettant des opérations d'analyse spatiale ;
- Permettant l'affichage des données sous forme de carte, tableaux ou de graphes.

Aussi, afin de créer et de personnaliser des applications, ArcView 3.2 dispose d'un langage de programmation propre à lui qu'est Avenue.

ArcView<sup>®</sup> 3.2, manipule un ensemble d'objet :

#### *Views (vues) :*

Dans ArcView l'affichage et le traitement de données spatiales s'effectuent sur des cartes interactives appelées « Views ». Au sein de cette vue, on trouve une table des matières de l'ensemble d'objet qui figure sur la vue. Aussi, les jeux d'entités (thèmes) sont affichés dans des vues.

L'affichage des informations géographiques d'une carte s'effectue sous forme de thèmes. Chaque thème représente un jeu d'entités de même type comme des cours d'eau, des lacs ou des autoroutes. Les thèmes prennent comme extension « .shp ».



**Tables**

Les données non spatiales telles que les attributs d'un thème sont stockées dans une table. Une table affiche les données dans une série de colonnes et de lignes ; chaque colonne décrit un attribut tel que la superficie ou la population.

**Charts :**

L'outil pour l'analyse statistique et thématique.

**Layouts :**

L'outil dédié pour l'édition des cartes géographiques.

**Scripts :**

C'est l'ensemble des macros écrites sous le langage Avenue ; Le langage de programmation et l'environnement de développement d'ArcView. Ce langage permet de personnaliser presque tous les aspects d'ArcView depuis l'ajout d'un nouveau bouton et l'exécution d'un script associé jusqu'à la création d'une application entièrement personnalisée et qui peut être distribuée.

**Projects :**

L'ensemble de tous les composants d'une session ArcView : views, tables, charts, layouts, et scripts sont sauvegardés dans un fichier appelé Project. Ce fichier porte comme extension « .apr ».

**6. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons définis les objets qui vont former la future base de données. La méthode de modélisation MADS des données géographiques permet d'assurer la représentation de tous les composants spatiaux et sémantiques. Ensuite nous avons définis les différentes phases de cette étude.

# CHAPITRE V : REALISATION

## 1. Introduction

Après l'étape de conception de notre système et la modélisation des données géographiques, nous allons aborder dans ce chapitre la phase de réalisation qui représente la dernière phase de développement.

Notre application est la création d'un dépôt d'ordure pour notre zone d'étude, qui répond aux normes et des critères d'études scientifiques en se basant pour cela sur les techniques des SIG.

La seule contrainte rencontrée durant cette étude est le manque de données cartographiques, mais nous avons essayé de valider notre approche par des données simulées.

## 2. Estimation de la production de déchets et la superficie réservée pour les déchets

En absence des méthodes statistiques exactes pour l'évaluation des déchets produits, nous avons fait une estimation sur la base d'une hypothèse de production journalière par habitant.

Nous supposons que la quantité des déchets ménagers est de l'ordre de 0.54 kg/hab/jour et nous avons extrapolé cette quantité quotidienne pour la totalité de population de la zone d'étude. Nous supposons aussi que la population de la zone d'étude est 14000 habitants avec un taux de croissance  $T = 1.6\%$ .

La production totale de déchets pour cette zone d'étude est alors estimée à 7.56 Tonnes/Jour.

Pour les 40 ans à venir la quantité de déchets de cette zone d'étude sera :  $Q = P_{40} * 0.54 * 365$ . La population dans les 40 ans avenir est :  $P_{40} = P (1+T)$ .

$$P_{40} = 14000 (1+1.6\%) \approx 26417 \text{ Habitants.}$$

$$Q = 26417 * 0.54 * 365 = 5206.79 \text{ Tonnes.}$$

Comme déjà mentionné, la superficie réservée pour la qualité des déchets produite par un habitant est de  $1 \text{ m}^2$ . La superficie réservée pour la qualité de déchets dans les 40 ans à venir est de l'ordre de  $26417 \text{ m}^2 \approx 2.7 \text{ ha}$ .



### 3. Application des SIG

Afin de valider l'approche retenue, l'application sera conduite sous l'environnement ArcView, ce logiciel SIG offre la possibilité de s'adapter avec notre problématique et aux données disponibles.

Les cartes existantes sont les sources essentielles à la construction de notre SIG, et à la création des différentes couches. L'ensemble géométrique est construit à partir de la digitalisation des différentes informations figurant sur ces cartes et qui paraissent être utiles pour notre application.

Avant leur stockage définitif et leur utilisation aux fins d'analyse, les données spatiales ont subi des prétraitements: création de la topologie, conversion de structures des données, unification du système de projection.

#### 3.1. Délimitation de l'agglomération

Nous avons créé un polygone pour délimiter la zone d'agglomération. Nous distinguons dans cette figure la délimitation de l'agglomération.

The image is a screenshot of the ArcView software interface. The window title is "Delimitation de l'agglomération". The menu bar includes "File", "Edit", "View", "Theme", "Graphics", "Window", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with various icons for navigation and editing. The main map area displays a grayscale map of a city with a large, irregular polygon overlaid on it, representing the delimitation of the agglomeration. On the left side, there is a legend panel with a list of layers, each with a checked box and a small icon: "Agglom.shp" (a solid black rectangle), "Rt.shp" (a line with a diagonal slash), "Terres.shp" (a solid black rectangle), "Batis.shp" (a solid black rectangle), "Paroisse.shp" (a line with a diagonal slash), and "Rhs.shp" (a line with a diagonal slash). The status bar at the bottom right shows "Scale 1:1" and coordinates "1,219,691.49" and "183,317.67".

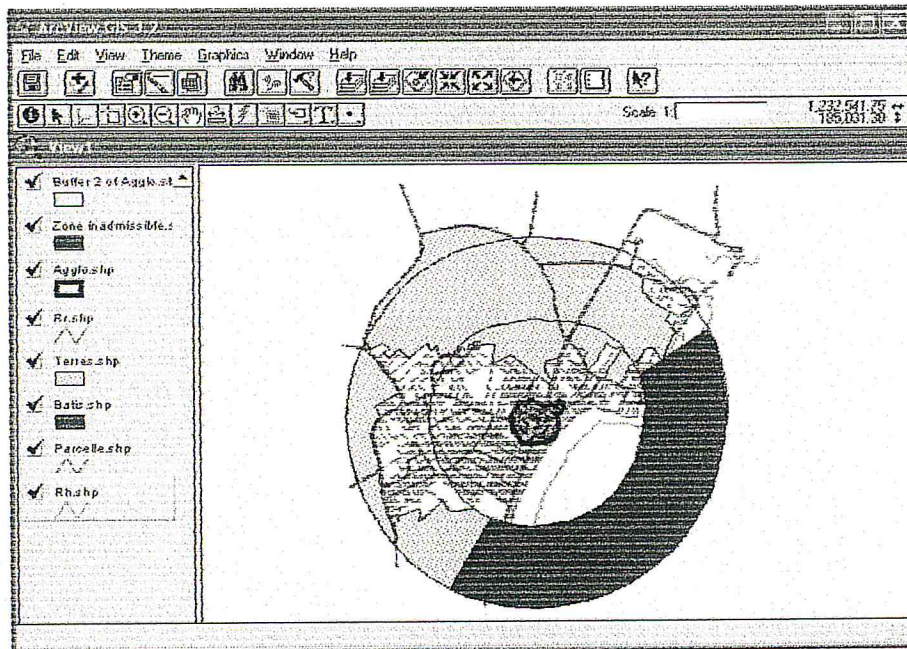
Fig. V.1. Délimitation de l'agglomération.

64



**3.2. Création de deux zones tampons : une de 5 km et l'autre de 10 km autour de l'agglomération. L'élimination d'une partie de la zone suivant la direction de vents dominants engendre le résultat ci-dessous:**

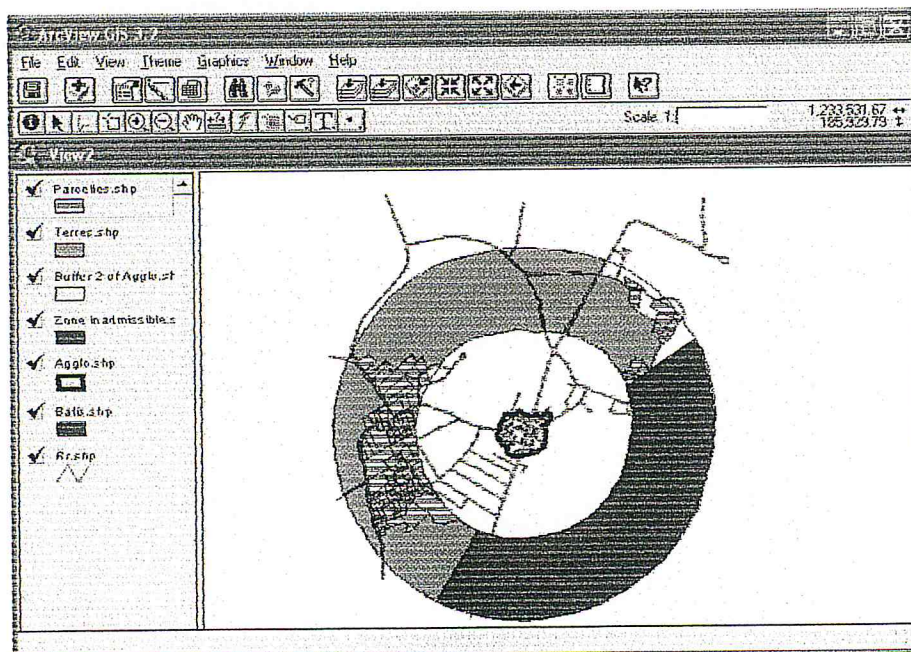
Les vents dominants viennent du sud-est.



*Fig. V.2. Le critère de vent*

**3.3. Digitalisation de la zone favorable**

Elle engendre le résultat suivant ;



*Fig. V.3. Zone favorable*

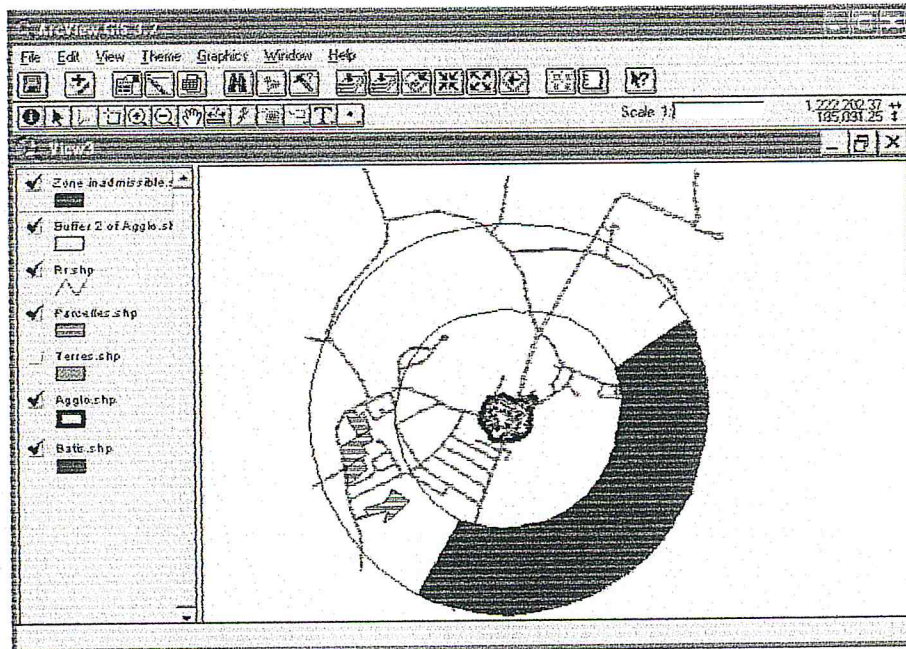
### a. Délimitation des zones sensibles :

Les principales zones sensibles sur cette zone sont :

- Terres forestières
- Terres agricoles

### 3.4. L'identification des sites admissibles

Ceci offre le résultat ci-dessous;

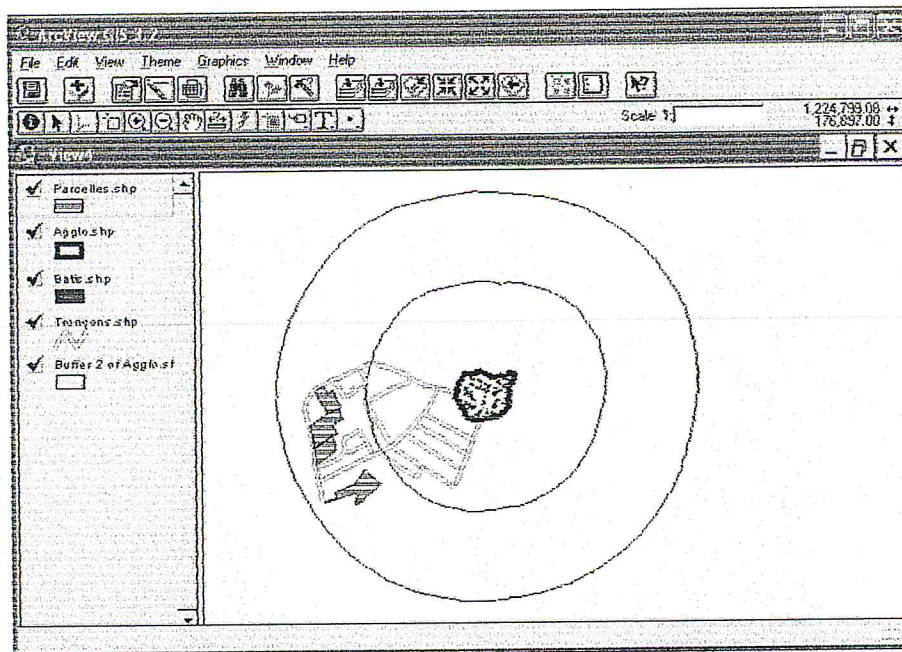


*Fig. V.4. Sites admissibles*

L'identification des différents sites admissibles est faite par l'application d'une requête sur la surface ( $2,7\text{ha} \leq \text{surface} < 4\text{ha}$ ), le type de sol (type=imperméable) et propriété (propriété=public) des différents sites résultants.

Le résultat de cette requête donne plusieurs sites. Pour finaliser sur un seul site nous appliquons la condition de chemin le plus court, après avoir digitalisé le réseau routier.( cf.Fig.V.5)





*Fig. V.5. Réseau routier*

### 3.5. Chemin plus court

Le calcul du chemin le plus court depuis l'agglomération vers les différents sites admissibles est fait comme suit : nous sélectionnons manuellement une suite de tronçons de routes qui forme un itinéraire de l'agglomération vers les différents sites admissibles, nous restructurons le chemin sélectionné en une nouvelle couche utilisant le nouveau menu ajouté à la vue « *Ajout de Chemins* » (cf. Figure V.6). Le nom qui sera donné à cette nouvelle couche est *CheminI*, le *I* est le numéro du chemin. En fait, le menu « *Ajout de Chemins* », exécute un script un peu complexe, puisque c'est à ce niveau que les différents attributs relatifs aux itinéraires seront calculés. De plus, il va assembler tous les tronçons de route pour former un chemin.

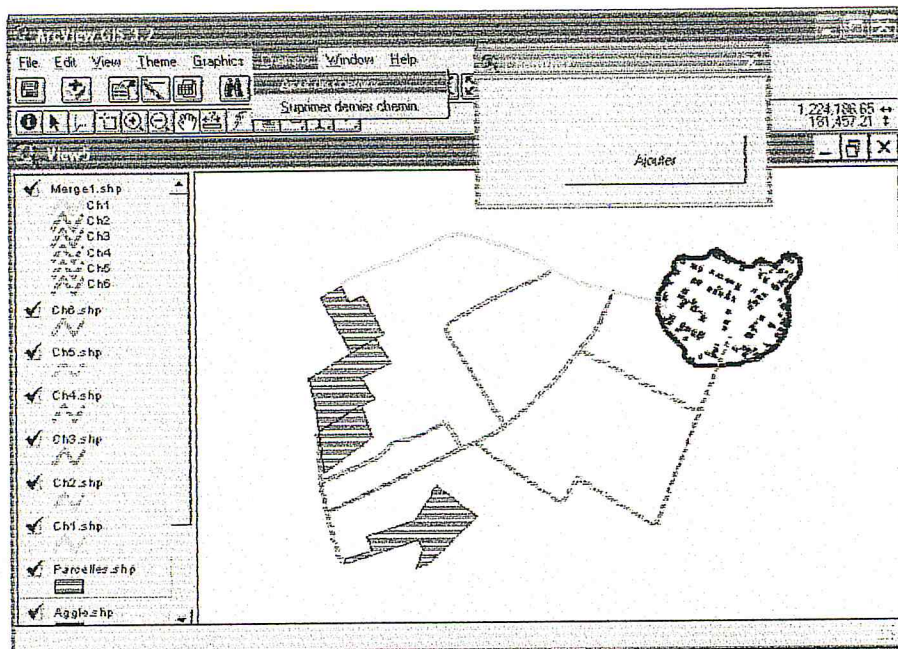


Fig. V.6. Menus concernant les chemins

Nous avons ensuite utilisé la fonction d'analyse spatiale « Merge » pour assembler toutes les couches en une seule. D'après les différentes données attributaires de la couche « mergel » obtenue à partir du résultat de la fonction « Merge » nous arrivons à déterminer le chemin le plus court. L'application de ces différentes étapes, a engendré un site qui est éloigné de l'agglomération de 7,731Km.

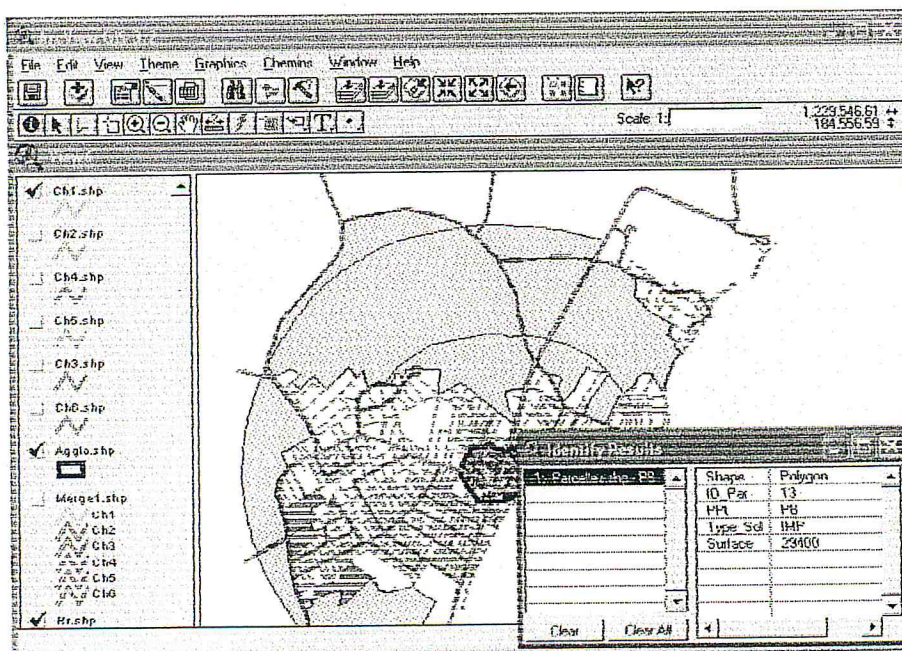


Fig. V.7. Site final



#### 4. Modèle cartographique de l'application

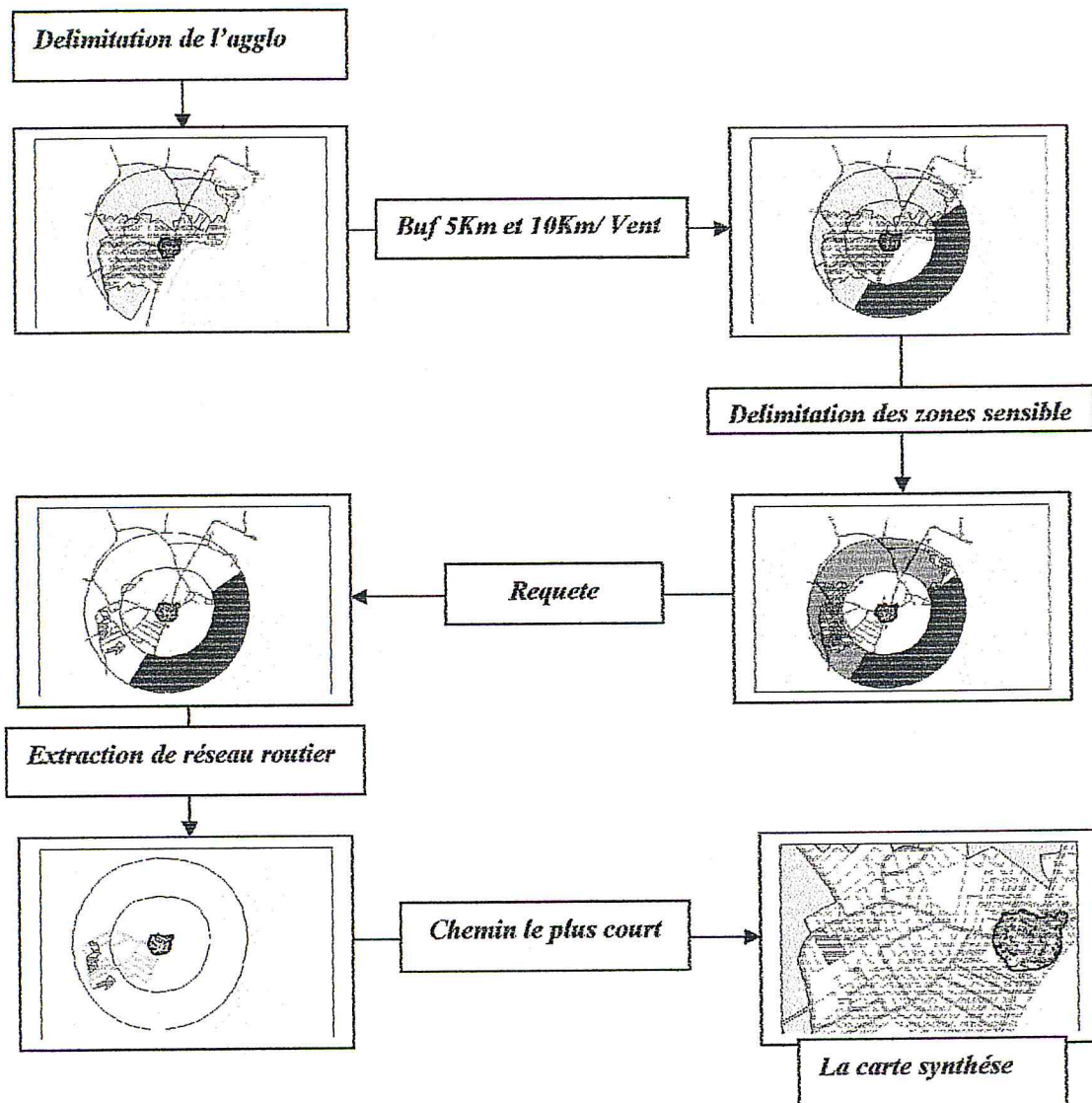
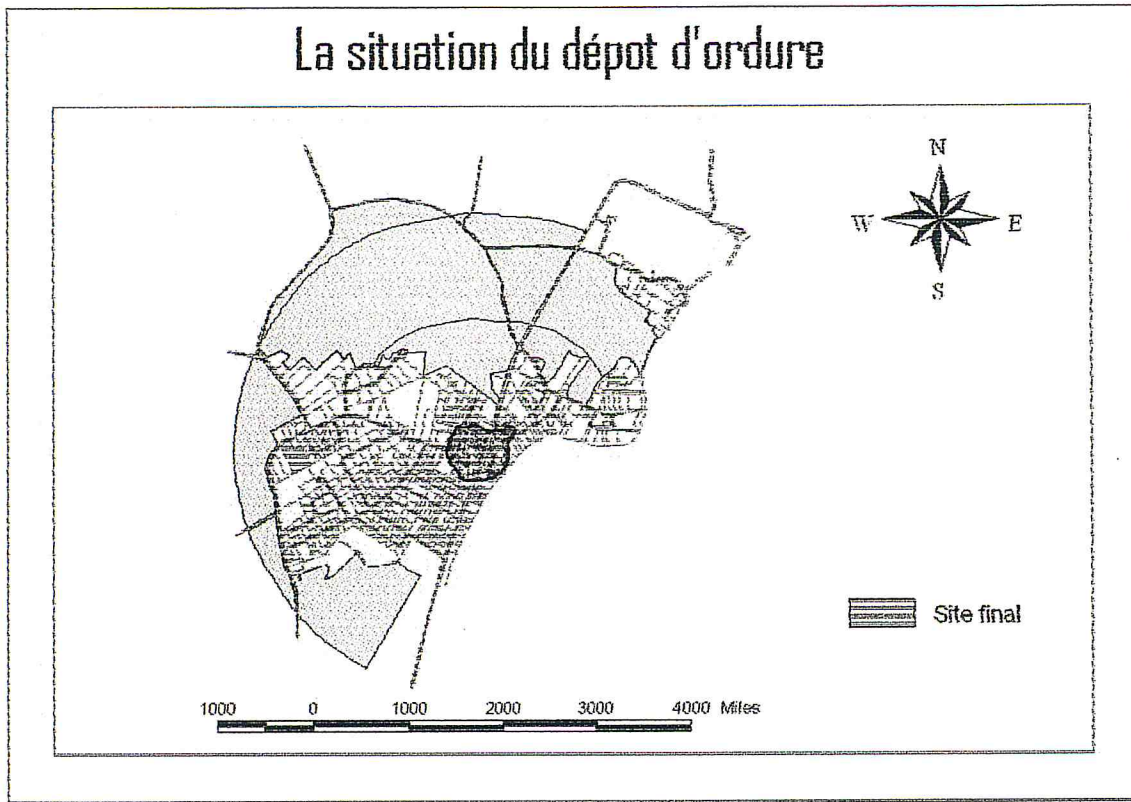


Fig. V.8. Modèle cartographique de l'application

#### 5. La situation du dépôt pour la zone d'étude

La figure ci-dessous décrit la situation du dépôt sur la zone d'étude.





**Fig. V.9. Résultat final**

Notre résultat répond aux lois et normes d'aménagement d'un dépotoir, le site final a les caractéristiques suivantes :

- Type de sol = imperméable ;
- Surface = 29400 m<sup>2</sup> ;
- Propriété = publique ;
- Il est éloigné de l'agglomération de 7,731Km ;
- Il se trouve dans un secteur admissible a 75%.

## 6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vérifié les conditions de la mise en place d'un dépôt d'ordures, et nous avons analysé les données disponibles et les combiné, suivant les critères qui répondent aux lois et normes d'aménagement d'un dépotoir, à la fin nous avons finalisé sur un seul site adéquat.

# CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif primordial de cette étude est d'identifier un site adéquat pour l'installation d'un dépôt d'ordures, par l'utilisation d'une des techniques modernes de l'analyse spatiale [Système d'Information Géographique (SIG)], suivant des critères et des bases scientifiques étudiées.

Certainement, cette approche méthodologique va aider les décideurs et les planificateurs de l'aménagement du territoire à prendre les bonnes décisions, afin de préserver la santé des habitants en premier lieu et tout ce qui est naturel en deuxième lieu.

Dans ce contexte, la décision du choix adéquat pour un dépotoir, reste dans un premier temps insuffisante pour protéger notre environnement.

Dans un second temps, il paraît plus opportun de renforcer cette décision par toutes les prédispositions de la population et des municipalités de lutter contre ce risque qui menace la vie humaine et l'environnement. Les principales prédispositions proposées au côté de cette approche sont :

- Des programmes de formation de la population.
- L'adaptation de règlements.
- L'activation des systèmes de contrôle.
- L'application des sanctions.

Un système d'aide à la décision pour la sélection des sites de dépôts des déchets, est le premier objectif de cette étude. Celle-ci fait appel à la mise au point de règles de choix des sites en combinant les différentes techniques de l'analyse multi-critères et spatiale disponibles dans un outil d'information géographique. Celle-ci nous a conduit à ouvrir un horizon pour une perspective qui est l'intégration des méthodes d'analyses multi-critères dans un système d'information géographique pour faire évoluer notre application vers un véritable outil d'aide à la décision.



# BIBLIOGRAPHIE

## **BIBLIOGRAPHIE**

**[ALAIN, 2000]** : Alain WICKER, «Gestion des déchets», *Statistiques pour la politique de l'environnement*, Munich 2000.

**[ALLILI, 2003]** : ALLILI Toufik, «Environnement de développement des SIG : Approche basée sur l'intégration des fragments de modèles, Thèse magister, USTHB, 2003.

**[BRUNET, 1987]** : BRUNET R, « La carte mode d'emploi », Edition Fayard-Reclus, 270 P, 1987.

**[BUR, 1990]**: BURROUGH P.A, «Methods of spatial analysis in GIS», *Principles of geographical information systems*, vol 3/4, 1990.

**[DAO, 2003]** : DAO H, « Système d'information géographique, notes de cours », Département de géographie, Université de Genève, 2003.

**[DAVID, 1993]** : DAVID BENOIT, LAMY SYLVIE, « Données géographiques de référence », *revue de géomatique (n°1-2)*, 1993.

**[DIDIER, 1990]** : DIDIER M, « Utilité et valeur de l'information géographique », *Etude du CNIG*, Edition ECONOMICA, 256 p, 1990.

**[GILLIOT, 2000]** : GILLIOT J-M., « Introduction aux SIG », département AGER, institut national ergonomique, Paris-Orignon, 2000.

**[GOO, 1987]**: GOODCHILD M.F., « A spatial analytical perspective on geographical information system», *International Journal of Geographical information system*, vol 1/4, page 327-334. 1987.

---

[KAYADJANIAN, 2000] : KAYADJANIAN M., « Système d'information géographique », CESD, Luxembourg, 2000.

[LAARIBI, 1995] : LAARIBI A., « Systèmes d'information géographique et analyse multicritère : intégration pour l'aide à la décision à référence spatiale », Thèse (Ph. D.), Département de géographie Université Laval, 1995, Québec.

[LAURINI, 1993] : ROBERT LAURINI, FRANÇOISE MILLERET-RAFFORT, « Les bases de données en géomatique »; Hermes, 1993.

[MUNICH, 2000] : MUNICH « Statistiques pour la politique de l'environnement », 2000.

[PARENT, 1997] : PARENT C. & all, « MADS : un modèle conceptuel pour des applications spatio-temporelles », Revue Internationale de Géomatique, vol. 7, no 3-4, 1997.

[SIOUANI, DAOUD, 1997] : SIOUANI N, DAOUD N « Système d'information géographique pour le domaine minier algérien », Mémoire d'ingénieur d'état en informatique, INI, alger.

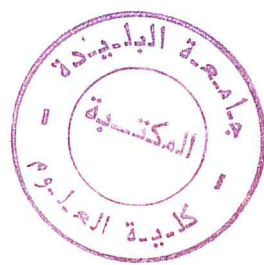
[TUFFERY, 1997] : TUFFERY C., « Les SIG dans les entreprises », Edition Hermès, Paris, 1997.

[WEGNER, 1999] : WEGNER G., « Cartographie, volumel », école national des sciences géographiques, champs sur marne, pp 10 à 25, 1999.

---



# GLOSSAIRE



## **GLOSSAIRE**

### **A**

- **Analyse spatiale** : Etude de la position et de la forme des entités géographiques, ainsi que des relations entre elles. Les résultats de fonctions d'analyse spatiale ne sont pas nécessairement des objets graphiques ou cartographiques.
  - **Analyse thématique** : Permet de construire des cartographies thématiques. Qui sont des cartes géographiques illustrant, par l'utilisation de divers paramètres graphiques (couleur, symbolique, taille, etc.), le comportement d'un phénomène en relation avec sa localisation spatiale. Les valeurs représentées peuvent résulter de requêtes spatiales ou non.
  - **Association topologique** : Relation spatiale unissant des entités partageant une géométrie, telles que des limites et des sommets.
  - **Attribut** : Caractéristiques d'une entité cartographique.
  - **Affichage de la carte** : Représentation graphique des entités cartographiques sur l'écran de l'ordinateur.
  - **Affichage de la carte** : Représentation graphique des entités cartographiques sur l'écran de l'ordinateur.
-

- **Application** : Utilisation particulière d'un SIG ; On utilise ce terme pour qualifier l'ensemble des développements ou des personnalisations d'outils SIG réalisés pour répondre à des besoins spécifiques.

## B

- **Base de données** : Structure de données permettant de recevoir, de stocker et de fournir à la demande des données à de multiples utilisateurs indépendants.
- **Base de données géographique** : Ensemble de couches cartographiques (comprenant les entités et les informations qui les décrivent) organisés de manière à optimiser l'efficacité du stockage et de la récupération des données par de multiples utilisateurs.

## C

- **CAO** : Conception Assister par Ordinateur. Système automatisé destiné à la conception, au dessin et à l'affichage d'informations orientés graphiquement.
  - **Carte** : Représentation géométrique plane, simplifiée et conventionnelle, de tout ou partie de la surface terrestre. A une carte sont associés un système géodésique (modélisation de la forme de la Terre), un système de projection (pour passer de l'espace à un plan), une échelle de représentation et les règles d'interprétation des signes, couleurs, dessins de la carte (légende).
  - **Carte topographique** : Représentation d'entités naturelles ou artificielles indiquant leur position relative et leur altitude.
-



- **Cartographie** : Art et techniques pour la réalisation et la diffusion de cartes.
  - **Cartographie sur ordinateur** : Logiciel micro-informatique permettant de cartographier des informations. Ces systèmes vont programmes servant uniquement à visualiser des cartes aux systèmes d'information géographique (SIG) les plus complets.
  - **Cartographie thématique** : Forme de cartographie sur ordinateur utilisant des informations stockées dans des applications de type tableur ou dans une base de données et permettant de réaliser des documents cartographiques à des fin de présentation.
  - **Cellule** unité uniforme ponctuelle représentant une portion du globe dans un raster. La cellule possède une valeur correspondante à l'entité ou caractéristique de ce site telle que le type de sol, le secteur de recensement ou l'altitude.
  - **Champ** : Colonne d'une table. Chaque champ contient des valeurs d'un attribut unique.
  - **Classe** : Groupe ou catégorie de valeurs d'attributs.
  - **Classification** : Processus de tri ou de regroupement de valeurs d'attributs en groupes ou catégories ; tous les membres d'un groupe sont représentés sur une carte par le même symbole.
  - **Coordonnées** : Couple (ou triplet) de valeurs numériques permettant de positionner un point dans un plan (coordonnées planaires) ou sur une surface (coordonnées géographiques).
-

- **Coordonnées géographiques** : Mesures d'une position à la surface de la terre ; exprimées en degré de l'altitude et de longitude.
- **Couche (Theme)** : Jeu de données géographiques organisées par thématiques (routes, parcelles, commune, ...), décrites et stockées dans les logiciels de SIG. Conceptuellement, une couche est similaire à une couverture.
- **Couverture** : Couche d'information géographique, une couverture contient la description géométrique, topologique et attributaire des entités géographiques.

## D

- **Diagramme** : Représentation graphique de données tabulaires. Un diagramme est également désigné sous le terme de graphique.
  - **Dictionnaire de données** : Ensemble d'informations répertoriant les caractéristiques des données dans une base SIG. On peut trouver dans ce dictionnaire les informations suivantes : nom complet des attributs, signification des codes, échelle des données source, précision des données géographiques, projection cartographique utilisée... etc.
  - **Digitalisation** : Méthode de numérisation consistant à reproduire le contenu d'une image à partir d'éléments géométriques simples (segments de droite, arcs de cercle, polygones, etc.). Le résultat obtenu est une image en mode "vecteur".
  - **Données** : Ensemble de faits reliées, généralement regroupés en un format particulier, dans un but particulier.
-

- **Données cartographiques numérisées** : Positions géographiques (coordonnées) et formes géométriques des entités cartographiques, stocké dans un format exploitable sur ordinateur.
- **Données de références de géocodage** : Données qu'utilise un service de géocodage pour définir les représentations géométriques de positions.
- **Données géographiques** : Information renseignant sur les objets observés à la surface de la terre, y compris leur position géographique, leur forme et leur description. Les données géographiques peuvent se présenter sous différentes formes : données spatiales (localisées), données tabulaires (littérales) et données image.
- **Données géoréférencées** : Forme de cartographie sur ordinateur qui associe les données à des positions géographiques et représente sur une carte les adresses localisées par des entités ponctuelles.
- **Données image** : Représentations graphiques d'objets. Exemple : images satellitaires, photographies aériennes, documents scannés... etc.
- **Données spatiales ou données localisées** : Position et forme d'entités géographiques, chacune étant décrite.
- **Données tabulaires** : Information descriptive stockée sous forme de lignes et de colonnes, que l'on peut relier à des entités cartographiques.

## **E**

- **Echelle** : Relation entre les dimensions des entités d'une carte et celles des objets géographiques réels qu'elle représente, généralement exprimée sous forme de fraction ou de rapport.
-



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

## F

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

## G

- **Géocodage** : Processus de création de représentations géométriques de positions (telles que les entités de points) à partir de description (telles que des adresses).
-

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



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



- **Jointure** : Processus de liaison de données tabulaires à une couche. Le champ d'une table est ajouté à la couche à l'aide d'un champ commun. La jointure établit des relations univoques, un à plusieurs, ou multivoques entre les entités cartographiques et les attributs de la table.
-

- **Jointure spatiale** : Type d'analyse spatiale où les attributs de deux entités de deux couches différentes sont joints d'après la position relative des entités.

## L

- **Légende** : Liste de symboles apparaissant sur la carte. Elle contient un exemple de chaque symbole suivi d'un texte décrivant l'entité qu'elle représente.
- **Lignes** : Forme définie par au moins deux paires de coordonnées X, Y.
- **Limite partagée** : Segment ou limites communes a deux entités. Par exemple, dans une base de données de parcelles, les parcelles adjacentes partagent une limite.

## M

- **MNT** : Un Modèle Numérique de Terrain (Digital Elevation Model) est une représentation sous forme numérique du relief d'une zone géographique. Ce modèle numérique peut être composé d'entités vectorielles ponctuelles (points cotés), linéaires (courbes de niveau), surfaciques (facettes) ou représenté en mode raster (cellules).
  - **Mise en page** : Agencement des éléments (données géographiques, flèches du nord, barres d'échelle... etc.) sur un affichage de carte numérique ou carte imprimé.
  - **Mode données** : Vue multi usages destinée à l'observation, l'affichage et l'interrogation des données géographiques. Cette vue masque les éléments cartographiques tels que les titres, les flèches du nord et les barres d'échelles.
-



- **Mode mise en page** : vue permettant la définition de l'agencement d'une carte sur la page. Le mode mise en page affiche la page virtuelle sur laquelle vous placez et disposez les données géographiques et les éléments cartographiques comme les titres, légendes et barre d'échelle, pour les imprimer.
- **Modèle conceptuel de données** : Le modèle conceptuel de données (MCD) constitue un ensemble de règles de structuration et de modélisation de l'information dans une base de données (notamment géographique pour un SIG). C'est un document produit par une méthode d'analyse pour les systèmes d'informations.

## N

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

## O

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

## P

- **Projection cartographique** : Formule mathématique qui convertit les positions de latitude et de longitude sur la surface courbe (sphérique) de la Terre en positions x,
-

y sur la surface plane de la carte. Les projections cartographiques altèrent une ou plusieurs des propriétés spatiales suivantes : distance, surface, forme, et direction.

## R

- **Raster** : Représente une source de données s'appuyant sur une structure de grille pour stocker les structures géographiques.
- **Requête** : Question permettant de sélectionner des entités. Une requête apparaît souvent sous la forme d'une instruction ou d'une expression logique.
- **Réseau** : Ensemble de segments et de jonctions connectés topologiquement.
- **Réseau géométrique** : Ensemble de classes d'entités faisant partie d'un réseau.
- **Résolution** : Pour une carte elle représente la taille du plus petit objet géographique représenté sur une carte. La résolution d'une carte est liée à l'échelle de la carte. Pour une image raster c'est le nombre de points en x et y.

## S

- **Segment** : Ligne connectant des sommets dans une construction. Dans la construction d'un bâtiment par exemple, un segment représente une ligne.
  - **Sélectionner** : Choisir parmi un groupe d'entités ou d'enregistrements.
  - **Style** : Ensemble d'éléments à utiliser pour créer des cartes ou à placer sur les cartes. Les comprennent des éléments tels que les symboles, les barres d'échelles, les flèches du nord et les couleurs.
-

- **Superposition spatiale** : Processus d'empilement de couches géographiques occupant le même espace, afin d'étudier la relation qui existent entre elles.
- **Symbole** : Elément graphique utilisé sur une carte pour faciliter l'identification d'une entité et renseigner celle-ci.
- **Système de coordonnées** : Méthode de précision de la localisation d'entités du monde réel sur la surface du globe.
- **Système de référence spatial** : Système permettant la représentation de la Terre et de sa surface. Les différents composants d'un système de référence spatial sont :
  - le référentiel géodésique qui situe et oriente la Terre dans l'espace ;
  - l'ellipsoïde qui modélise la Terre sous la forme d'un volume de révolution (sphère aplatie) ;
  - le système de projection qui exprime mathématiquement la position sur une carte plane de tout point de la surface étudiée de la Terre.

## T

- **Table** : Informations présentées en lignes et en colonnes.
  - **Table attributaire** : Informations renseignant sur les entités d'une carte et stockées sous forme de lignes et colonnes. Chaque ligne correspond à une seule entité; chaque colonne contient les valeurs d'une seule caractéristique.
  - **Thème** : ensemble d'entités géographiques distinctes correspondant à une source de données spatiales (couverture, polygones, points), de données satellitaires (photo), de données tabulaires (tableaux, bases de données géocodées) provenant d'une source déterminée (météo, offices de santé, de l'emploi, du commerce, de l'hydraulique, de l'environnement, de l'agriculture, des eaux et forêts, de
-



l'industrie, de l'éducation, etc.). Les thèmes ont plusieurs propriétés que le statisticien peut définir et contrôler.

- **TIN (Triangular Irregular Network)** : réseau triangulé irrégulier qui est une structure de données représentant une surface continue par le biais d'une série de points espacés de manière irrégulière et de valeurs décrivant la surface à ce point (altitude par exemple). À partir de ces points un réseau de triangles reliés forme la surface.
- **Topologie** : Description des relations spatiales entre les entités d'une couche d'information géographique. Dans les couvertures Arc/Info, la topologie décrit les relations de connexions entre les arcs et d'adjacence entre les polygones. L'intérêt de la topologie dans les SIG est de supprimer les redondances dans la description géométrique des entités et d'accélérer les opérations d'analyse spatiale.
- **Tronçon** : Entité de réseau possédant une longueur et par lequel une matière première circule.

## V

- **Vectorisation** : Ce procédé de numérisation est une solution intermédiaire entre le scannage et la digitalisation. Il s'appuie sur l'utilisation d'un logiciel de vectorisation (semi-)automatique capable de transformer une image raster en vecteur.
  - **Vue** : ensemble de thèmes représenté par une carte qui a l'avantage de l'interactivité. La vue détermine quelles sont les données géographiques concernées et quelle utilisation on en fera. Elle reflète la situation fournie
-

par les données. La vue est dynamique et est corrélée aux données qui la structurent. Plusieurs vues différentes peuvent être créées avec les mêmes données (il suffit de changer un des thèmes de l'ensemble).

## Z

- **Zone tampon (buffer)** : C'est une zone mesurée à partir d'un point, d'une ligne ou d'un polygone (aire).

