

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Minister de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

Spécialité : AMENAGEMENT DU LITTORAL

Sujet :

**Les étapes de la conception et la modélisation
d'une base de données SIG sur le littoral,
cas du littoral centre**

Présenté par:

ASBAI Rahim
HADDADI Zahoua

Soutenu le 08/07/2013 devant le jury suivant :

Mr BELKESSA R.	Professeur	(ENSSMAL)	Examineur
Mr GUERFI M.	Maitre de conférences	(ENSSMAL)	Promoteur
Mr HAMDANE Y.	Maitre de conférences A	(ENSSMAL)	Examineur
Mr HELLAL M.	Maitre de conférences A	(ENSSMAL)	Président

Promotion : 2013

Remerciements

Nous tenons à remercier Allah le tout puissant pour nous avoir donné la patience, la santé, le courage et la volonté, pour réaliser ce modeste travail.

*Nous remercions Monsieur **GUERFI, M** pour avoir accepté d'encadrer ce travail, pour sa confiance, sa disponibilité, ses encouragements et ses précieux conseils au cours de la réalisation de ce mémoire.*

***Mr HELLAL** d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.*

***Mr HAMDANE** et **Mr BELKESSA** de nous avoir honoré par leurs présences, et d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Enfin nos vifs remerciements, à toutes les personnes qui nous ont aidé du près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A ma mère et mon père.

A toute ma famille.

A tous mes amis

Et tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.

Zahoua

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

Chapitre I : Cadre Général

1. Définitions générales.....	2
1.1. Littoral	2
1.2. Information géographique.....	3
1.2.1. Définition.....	3
1.2.2. Représentation de l'information géographique.....	3
1.2.2.1. Mode raster.....	4
1.2.2.2. Mode vectoriel.....	4
1.3. Base de données.....	5
1.3.1 Définition	5
1.3.2. Conception de la base de données.....	6
1.3.2.1. Etapes de conception.....	6
1.4. Système d'information géographique SIG	10
1.4.1. Définition et finalité.....	11
1.4.2. Classification.....	11
1.4.3. Fonctionnalité et Rôle (5A)	12
1.4.3.1. Abstraction	12
1.4.3.2. Acquisition.....	13
1.4.3.3. Archivage.....	13
1.4.3.4. Analyse.....	14
1.4.3.5. Affichage.....	14
1.4.4. Evolution des SIG.....	15
1.5. Approches dans l'application des SIG	15
1.5.1. Approche environnementale.....	16
1.5.2. Approche économique.....	17
1.5.3. Approche sociale.....	17
1.5.4. Approche du hasard.....	17

Chapitre 2 : modélisation conceptuelle des données

2.1.	Description de la zone d'étude.....	19
2.1.1.	situation géographique	19
2.2.	Processus de conception.....	19
2.2.1.	Conception d'une base de données « littoral »	21
2.2.1.1.	Modélisation conceptuelle des données.....	21
2.2.1.2.	Modélisation logique/physique.....	22
2.2.2.	Terminologie : Classe, Entité, Association.....	22
2.2.2.1.	Une classe	22
2.2.2.2.	Entité et entité-type (TE).....	22
2.2.2.3.	Association et association-type (TA).....	23
2.2.2.4.	Cardinalité.....	23
2.2.3.	Règles fondamentales.....	24
2.3.	Le modèle EA (Entité-Association ou Entité-Relation ER)	26
2.3.1.	Description des Relations entre Entités.....	26
2.3.1.1.	Entité PARCELLE face à l'Entité COMMUNE.....	26
2.3.1.2.	Entité PARCELLE face à l'Entité POPULATION.....	28
2.3.1.3.	Entité COMMUNE face à l'Entité POPULATION.....	29
2.3.2.	Schéma conceptuel.....	29

Chapitre 3 : création de la base de données

3.1.	Transformation du MCD.....	32
3.1.1.	Le Systèmes de Gestion de Base de Données (SGBD).....	32
3.1.1.1.	Modèle hiérarchique.....	32
3.1.1.2.	Modèle déductif.....	33
3.1.1.3.	Modèle objet (SGBDO, Système de gestion de bases de données objet)...	33
3.1.1.4.	Modèle relationnel	34
3.1.2.	Construction du modèle relationnel.....	34
3.1.2.1.	Objectifs.....	34
3.1.2.2.	Détermination des schémas relationnels.....	35
3.1.2.3.	Dépendance fonctionnelle (DF).....	35
3.2.	Implémentation de la base de données.....	37
3.2.1.	Structuration de la base de données SIG.....	37

3.2.1.1.	Jeux de données.....	39
3.2.1.2.	Classes de relations.....	40
3.2.1.3.	Domaines.....	41
3.2.1.4.	Règles et relations spatiales.....	41
3.2.1.5.	Couches.....	42
3.2.2.	Numérisation des données sources	43
3.2.2.1.	Intégration des données DAO et SIG.....	43
3.2.3.	Construction de la BD « LITTORAL » sous Arc Gis 9.3.....	44

Chapitre 4 : mise en œuvre de la base de données

4.1.	Cartographie des résultats.....	47
4.1.1.	Wilaya de Bejaïa.....	47
4.1.2.	Wilaya de Tizi ouzou.....	49
4.1.3.	Wilaya de Boumerdès.....	50
4.1.4.	Wilaya d'Alger.....	52
4.1.5.	Wilaya de Tipaza.....	53
4.1.6.	Wilaya de Chlef.....	55
4.2.	Discussion	56

Conclusion générale	57
----------------------------------	-----------

Bibliographie et web graphie

Annexe 1

Annexe 2

Liste des figures

Figure 1.1 : Cadre spatial d'une zone côtière.....	2
Figure 1.2 : Structure de l'information géographique.....	3
Figure 1.3 : Représentation de la géométrie en mode raster.....	4
Figure 1.4 : Représentation de la géométrie en mode vecteur.....	4
Figure 1.5 : Les relations topologiques entre les primitives géométriques.....	5
Figure 1.6 : Résumé d'un SIG.....	12
Figure 1.7 : Estimation environnementale.....	16
Figure 1.8 : Estimation économique.....	17
Figure 1.9 : Estimation du hasard.....	18
Figure 2.1 : Situation géographique de la zone d'étude.....	19
Figure 2.2 : Schéma récapitulatif de la conception d'une base de données.....	20
Figure 2.3 : Différente représentation de la cardinalité.....	23
Figure 2.4 : Solution proposée pour les Entités ayant les mêmes intitulés d'attributs.....	24
Figure 2.5 : Solution proposée pour l'Attribut multiple « COMMUNE ».....	25
Figure 2.6 : Factorisation des Entités.....	25
Figure 2.7 : Elimination de l'association.....	26
Figure 2.8 : Schéma conceptuel de type EA pour les entités PARCELLE et COMMUNE.....	27
Figure 2.9 : Schéma conceptuel de type EA pour les entités POPULATION et PARCELLE.....	28
Figure 2.10 : Schéma conceptuel de type EA pour les entités COMMUNE et POPULATION.....	29
Figure 2.11 : Schéma conceptuel de type EA pour les entités PARCELLE, COMMUNE POPULATION.....	31
Figure 3.1 : représentation des données selon le modèle hiérarchique	32
Figure 3.2 : représentation des données selon le modèle réseau.....	33
Figure 3.3 : représentation des données selon le modèle objet	33
Figure 3.4 : représentation des données selon le modèle relationnel.....	34
Figure 3.5 : Tableau de différentes dépendances fonctionnelles.....	36
Figure 3.6 : Structure de la BDR ou base de données relationnelle « LITTORAL ».....	37
Figure 3.7 : Structure de la base de données « LITTORAL ».....	38
Figure 3.8 : Propriétés des couches d'informations de chaque classe d'entités.....	39
Figure 3.9 : Enregistrement de propriétés des classes	40

Figure 3.10 : Description des relations et de leurs propriétés.....	40
Figure 3.11 : Validation de l'enregistrement de données	41
Figure 3.12 : Enregistrement de règles de contrôle.....	42
Figure 3.13 : Enregistrement des couches d'information.....	43
Figure 3.14 : Tableau de documents recensés pour la base de données.....	43
Figure 3.15 : Mise en page de la carte des communes côtières de la zone d'étude.....	46
Figure 4.1 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Béjaïa en 1987.....	47
Figure 4.2 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Béjaïa en 1998.....	48
Figure 4.3 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya de Béjaïa en 1987 et 1998.....	48
Figure 4.4 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Tiziouzhou en 1987.....	49
Figure 4.5 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Tiziouzhou en 1998.....	49
Figure 4.6 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya de Tizi ouzhou en 1987 et 1998.....	50
Figure 4.7 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Boumerdès en 1987.....	50
Figure 4.8 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Boumerdès en 1987	51
Figure 4.9 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya de Boumerdès en 1987 et 1998	51
Figure 4.10 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya d'Alger en 1987.....	52
Figure 4.11 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya d'Alger en 1998.....	52
Figure 4.12 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya d'Alger en 1987 et 1998.....	53
Figure 4.13 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Tipaza en 1987.....	53
Figure 4.14 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Tipaza en 1998.....	54
Figure 4.15 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de	

la wilaya de Tipaza en 1987 et 199.....	54
Figure 4.16 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Chlef en 1987.....	55
Figure 4.17 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Chlef en 1998.....	55
Figure 4.18 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya de Chlef en 1987 et 1998	56

Liste des abréviations

2D: deux **D**imensions

3D: trois **D**imensions

ANC : Agence Nationale du **C**adastre,

ANRH : Agence Nationale des **R**essources **H**ydriques,

BD : **B**ase de **D**onnées

BDG : **B**ase de **D**onnées **G**éographique

BDR : **B**ase de **D**onnées **R**elationnelle.

BDR : **B**ase de **D**onnées **R**elationnelle.

CAO : **C**onception **A**ssistée par **O**rdinateur

CNTS : **C**entre **N**ational des **T**echniques **S**patiales,

DDL: **D**ata **D**efinition **L**anguage.

DF: **D**épendance **F**onctionnelle.

DFD : **D**épendance **F**onctionnelle **D**irecte

DFI : **D**épendance **F**onctionnelle **I**ndirecte

DGF : **D**irection **G**énérale des **F**orêts.

E : **E**ntité.

EA : **E**ntité-**A**ssociation

ER: **E**ntité-**R**elation

ESRI: **E**nvironmental **S**ystems **R**esearch **I**nstitute

GPS: **G**lobal **P**ositioning **S**ystem

i.e. : c'est-à-dire.

INCT : Institut National de la **C**artographie et de **T**éledétection,

INPS : Institut National de **P**lanification et de la **S**tatistique,

ISD: Information **S**tructure **D**iagrams.

MCD : **M**odèle **C**onceptuel de **D**onnées

MERISE : **M**éthode d'**É**tude et de **R**éalisation **I**nformatique pour les **S**ystèmes d'**E**ntreprise.

MNT: **M**odèle **N**umérique de **T**errain

SCD : **S**chéma **C**onceptuel de **D**onnées

SGBD : **S**ystème de **G**estion de **B**ase de **D**onnées

SIG : **S**ystèmes d'**I**nformation **G**éographique

TA : **A**ssociation-**T**ype.

TE : **E**ntité-**T**ype.

UML: **U**nified **M**odeling **L**anguage

Introduction générale

Introduction générale

Traditionnellement, les services techniques des collectivités locales, les gestionnaires des réseaux souterrains et les services d'urbanisme utilisent des plans papiers dans le cadre de leurs activités. Ces plans, souvent en exemplaire unique, ont l'inconvénient d'être figés, encombrants, fragiles (surtout s'ils sont anciens) et difficiles à tenir à jour. La numérisation vient en premier lieu faciliter leur stockage et leur diffusion. Enfin arrive la cartographie moderne pour simplifier considérablement leur mise à jour ; mais celle-ci ne satisfait plus des seules informations géographiques du terrain. On cherche de plus en plus à leur associer des informations thématiques. Ceci ouvre la voie des systèmes de traitement numérique des clichés, en association avec des banques de données géographiques SIG (ou base de données SIG).

Ces dernières se constituent des informations attributaires telles que la nature (route, voie ferrée, forêt, etc.) ou toute autre information contextuelle (nombre d'habitants, type ou superficie d'une commune...) qui sont associées à des primitives graphiques telles que des points, des vecteurs (arcs), des polygones ou des maillages (raster), sur lesquelles se base une représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatial.

Ce mémoire présente les étapes de la conception menées dans le cadre de la modélisation d'une base de données SIG sur le littoral centre de l'Algérie, il s'organise en quatre chapitres suivant l'agencement des étapes portant le processus ; Le premier chapitre présente le cadre général en matière de SIG, avec les concepts moteurs de la base de données, de l'information géographique et des technologies intervenants dans son développement. Le deuxième chapitre décrit l'environnement du littoral centre interrogé, afin de concevoir un schéma conceptuel de données à bases de modèle entité-association. Le troisième chapitre quant à lui, expose les concepts du modèle relationnel de SGBD pour transformer le MCD conçu en une table à deux dimensions ; Par la suite, cette dernière prend sa structure sous *ArcCatalog* de logiciel *ArcGis 9.3*. A la fin, le quatrième chapitre se consacre à la mise en œuvre de la base de données qui s'appuie, essentiellement, sur l'analyse thématique des paramètres.

Chapitre I: Cadre général

1. Définitions générales

1.1. Le littoral

Le littoral est la région située à proximité d'une mer, d'un océan, d'un lac ou d'une rivière, il peut s'étendre de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres, c'est un espace très convoité, son attractivité résidentielle, touristique et économique progresse régulièrement. (BELLATAF et al., 2011) ;

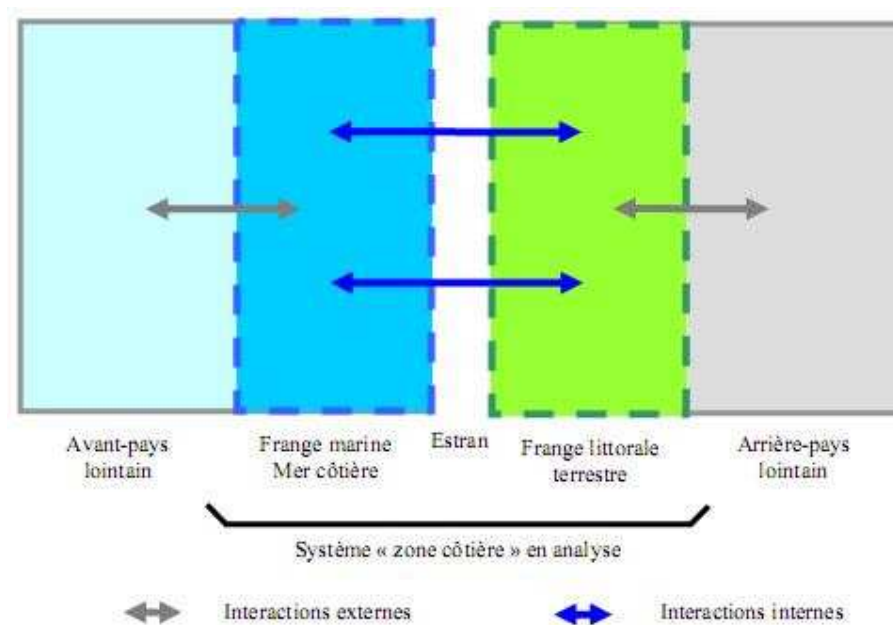


Figure 1.1 : Cadre spatial d'une zone côtière, selon **LE TIXERANT, 2004**.

L'espace littoral est difficile à délimiter ou à appréhender. En général et d'une façon abstraite, il est considéré comme le lieu de rencontre entre la mer et la terre. Il peut être tiré vers la terre ou vers la mer selon les approches (scientifiques, écologiques, économiques ou bien juridiques), ou selon les objectifs recherchés par une politique de développement local (FABBRI, 1998).

Il est très difficile de déterminer l'étendu de l'espace littoral. L'ancrage existant entre la frange marine et la frange terrestre rend la délimitation très délicate ; Sur le plan pratique, il est très complexe de préciser le cadre spatial des espaces littoraux susceptibles d'aménager et de gérer. La Commission Européenne emploie la notion de zone côtière pour arriver à mieux définir l'espace littoral (CCE, 1994).

1.2. Information géographique

Le géographe, et à partir des supports réalisés par des cartographes, analyse l'espace géographique et dégage une information géographique (BARD, 2004),

1.2.1. Définition de l'information géographique

Selon (Chevalier, 1983), « l'information est un élément de savoir, ayant une signification propre, et susceptible d'être représentée par des données pour pouvoir être stockée, traitée ou transmise » ; de même (Quodverte, 1994), a défini l'information géographique comme « représentation d'un objet ou d'un phénomène réel, localisé dans l'espace à un moment donné » (BARD, 2004).

1.2.2. Représentation de l'information géographique

Avant d'amener à la représentation de l'information géographique, cette dernière doit avoir subi une structuration sous la forme : données spatiales + données alphanumériques (Figure 1.2).

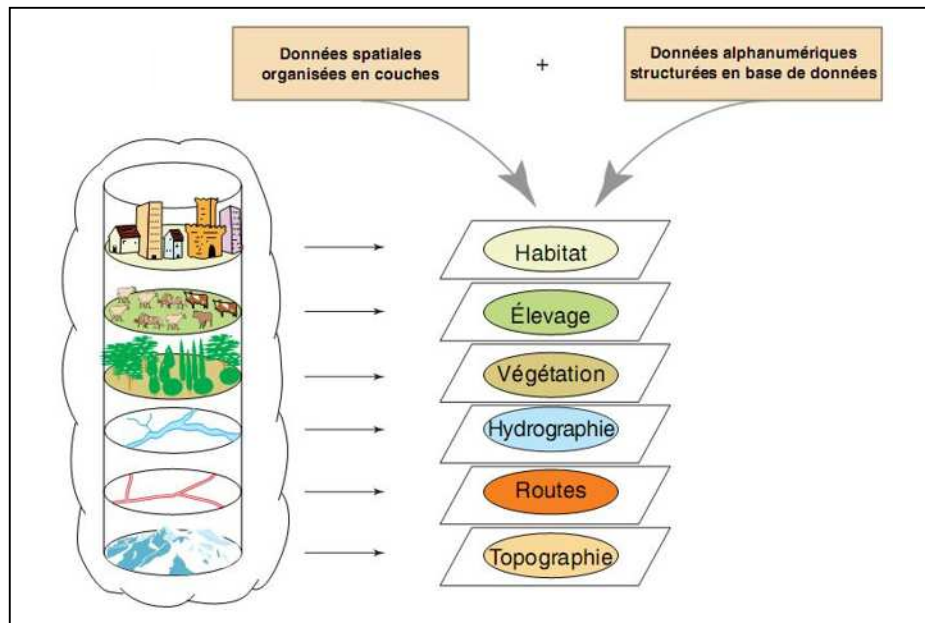
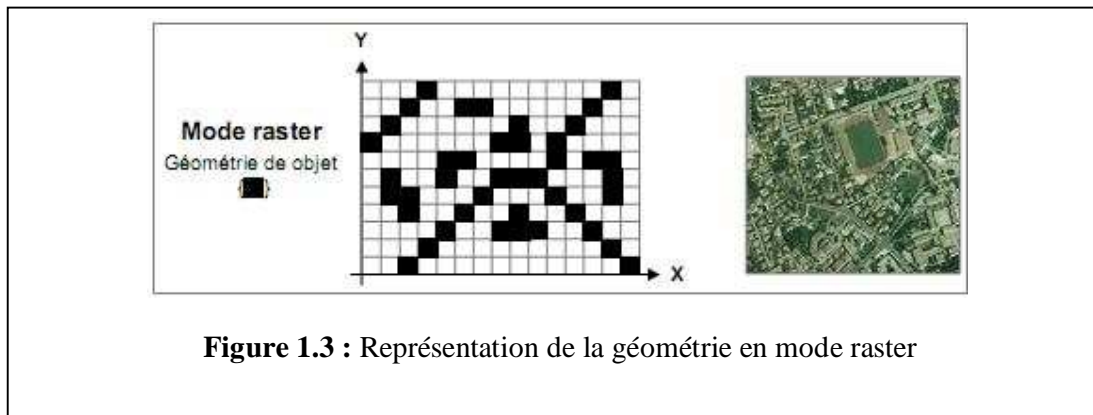


Figure 1.2 : Structure de l'information géographique, selon © Laboratoire de cartographie appliquée - Élisabeth HABERT - IRD – 2000 (LCA, 2000).

Deux modes de représentation de l'information existent dans les SIG: le mode raster et le mode vectoriel (ou vecteur) (BARD, 2004).

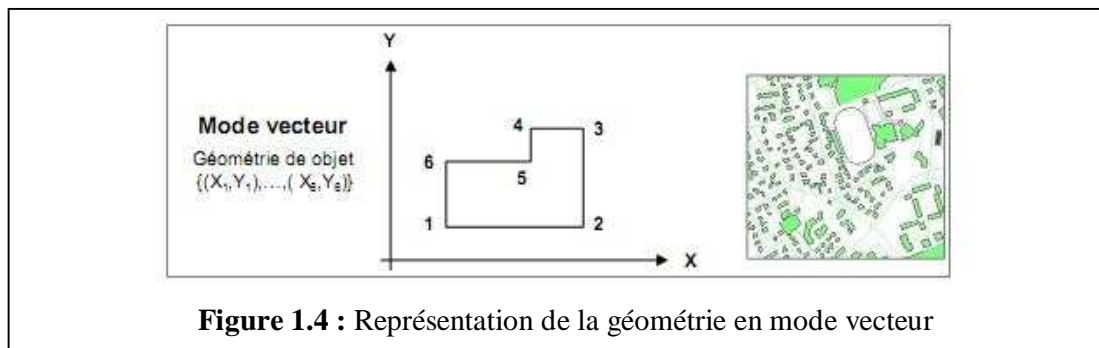
1.2.2.1. Le mode raster

En mode raster, l'espace géographique est découpé à l'aide d'une grille régulière (Figure 1.3). Une cellule de la grille ainsi formée est appelée pixel. La taille du pixel détermine la résolution de l'image. Chaque pixel est associé à une série d'attributs décrivant son contenu (par exemple, un bâtiment, son type, sa surface, ...). Ce mode de stockage est celui des images qui sont généralement les sources de saisie des BDG (photographies aériennes, images satellites ou images scannées).



1.2.2.2. Le mode vectoriel

En mode vectoriel, la géométrie des objets géographiques est décrite à l'aide de trois primitives géométriques : le point, la ligne et la surface (Figure 1.4). Ces trois primitives permettent de décrire la géométrie de tous les objets de la BDG sous la forme de suites de couples de coordonnées (x, y) ou (x, y, z) pour les données 3D.



Le mode vectoriel permet ainsi d'expliciter les relations spatiales entre les primitives géométriques. On distingue deux modes (**Rouet, 1991**) (Figure 1.5) :

- le mode spaghetti ou mode non-topologique qui ne décrit aucune relation entre les primitives géométriques. Ce mode permet simplement une visualisation des primitives. La plupart des SIG dits de bureau utilisent des données structurées selon ce mode (MapInfo, Arcview, Geomedia, Geoconcept).
- le mode topologique permet de décrire les relations d'adjacence et d'inclusion entre primitives. On distingue la topologie de réseau, de la topologie de voisinage.

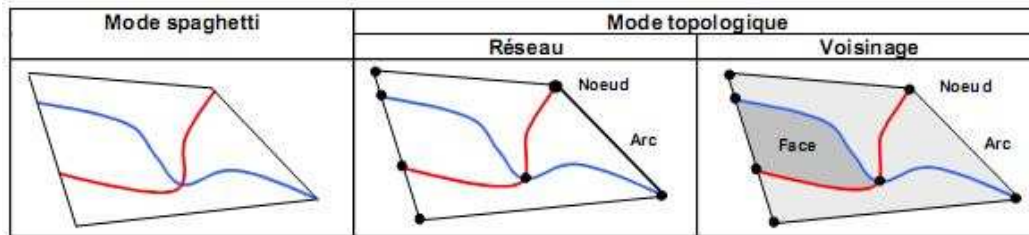


Figure 1.5 : Les relations topologiques entre les primitives géométriques

1.3. Base de données

Les données constituent la base indispensable et le cœur même du SIG. Ainsi, le composant fondamental du SIG correspond à sa base de données ; elle renferme à la fois les données cartographiques et les attributs décrivant les éléments cartographiques. (**MENNAD M., 2008**).

1.3.1. Définition d'une base de données

Une base de données est un ensemble de données *Cohérent* *i.e.* les données sont structurées sur des définitions claires et non ambiguës pré-établies, *Intégré* *i.e.* elles sont regroupées au sein d'un même ensemble, *Partagé* *i.e.* elles sont utilisées par plusieurs utilisateurs et/ou types d'utilisateurs et *Défini pour les besoins d'une application*. (**Dominique et Regis, 2010**).

1.3.2. Conception de la base de données

Bien évidemment, les données sont la base de tout système d'information. Les systèmes d'information géographique (SIG) n'échappent pas à cette règle. Encore faut-il savoir les organiser en fonction de ses besoins d'exploitation, des différentes contraintes, et les maintenir à jour. Il est également nécessaire de connaître les différentes sources de données présentes sur le marché, d'apprendre à intégrer ces données de base dans son SIG et d'enrichir celui-ci par l'ajout de ses propres données (ENSG, 2013).

Une base de données géographique nécessite une bonne modélisation (Laurini et Milleret-Raffort, 1993 in BARD, 2004). La conception de celle-ci est basée sur un ensemble commun d'étapes fondamentales. Il est donc important de comprendre les fondements de ces objectifs et méthodes de conception SIG.

1.3.2.1. Etapes de la conception d'une base de données

Les onze étapes présentées ci-après décrivent un processus général de spécification de base de données SIG. Les étapes de conception initiales, **a** à **c**, permettent d'identifier et de caractériser chaque couche thématique. Dans les étapes **d** à **g**, nous commençons à développer des spécifications de représentation, des relations, et enfin, des éléments de base de données et leurs propriétés. Dans les étapes **h** et **i**, nous définissons les procédures de capture de données et nous attribuons les responsabilités en termes de collecte de données. Lors de la phase finale (étapes **j** et **k**), nous testons et nous affinons notre conception par le biais d'une série d'implémentations initiales. Dans cette dernière phase, nous pourrions également documenter notre création.

(<http://help.arcgis.com/fr/arcgisdesktop/10.0/help/003n0000000z000000.htm>)

➤ Les onze étapes de la conception d'une base de données :

a. Identifions les produits d'information que nous allons créer et gérer avec nos SIG :

La conception de la base de données SIG doit refléter le travail de l'organisation. En envisageant de compiler et de gérer un inventaire de cartes, de modèles analytiques, d'applications de cartographie sur le Web, de flux de données, de rapports de base de

données, de responsabilités clés, de vues 3D et d'autres besoins de mission pour l'organisation.

Répertorions les sources de données que nous utilisons dans cette tâche. En utilisant ces éléments pour gérer nos besoins en termes de conception de données. Définissant les fonds de plan 2D et 3D essentiels pour nos applications. Identifiant ensuite l'ensemble des échelles de carte qui apparaîtront dans chaque fond de plan lors du déplacement, du zoom et de l'exploration de son contenu.

b. Identifions les thèmes de données clés en fonction de nos besoins d'informations :

Définissons quelques-uns des aspects clés de chaque thème de données ; Et on détermine comment chaque jeu de données sera utilisé (pour la mise à jour, la modélisation et l'analyse SIG, la représentation de nos workflows métier et la cartographie et l'affichage en 3D). Puis, nous indiquons l'utilisation de la carte, les sources de données, les représentations spatiales de chaque échelle de carte spécifiée, la précision des données et les principes de collecte pour chaque vue cartographique et vue 3D, le mode d'affichage du thème, sa symbologie, ses étiquettes textuelles et ses annotations. En pensant à la façon dont chaque couche sera intégrée aux autres couches clés lors de l'affichage.

Pour la modélisation et l'analyse, nous réfléchissons à la manière dont les informations seront utilisées avec d'autres jeux de données (par exemple, la façon dont elles seront combinées et intégrées). Cela nous aidera à identifier quelques relations spatiales et règles d'intégrité des données clés. Assurons-nous que ces propriétés d'affichage et d'analyse des cartes 2D et 3D sont prises en compte dans le cadre de la conception de notre base de données.

c. Spécifions les plages d'échelle et les représentations spatiales de chaque thème de données à chaque échelle :

Les données sont compilées pour une utilisation à une plage spécifique d'échelles de carte. Associons notre représentation géographique à chaque échelle de carte. La représentation géographique changera souvent selon les échelles de carte (par exemple, de polygone en ligne ou en point). Dans de nombreux cas, nous pouvons avoir besoin de généraliser les représentations d'entités pour une utilisation à des échelles plus petites. Les rasters peuvent

être ré-échantillonnés à l'aide de pyramides d'image. Dans d'autres situations, nous devons éventuellement collecter des représentations alternatives pour différentes échelles de carte.

d. Décomposons chaque représentation en un ou plusieurs jeux de données géographiques :

Les entités discrètes sont modélisées en tant que classes d'entités de points, de lignes et de polygones. Nous pouvons envisager des types de données avancés, tels que les topologies, les réseaux et les MNT pour modéliser les relations entre des éléments d'une couche et entre différents jeux de données. Pour les jeux de données raster, les mosaïques et les ensembles de catalogues sont des options permettant de gérer des ensembles de données d'un volume très important. Les surfaces peuvent être modélisées à l'aide d'entités, telles que des isolignes, ainsi qu'à l'aide de rasters et de MNT.

e. Définissons la structure de base de données tabulaire et le comportement pour les attributs descriptifs :

Identifions les champs attributaires et les types de colonne. Les tables peuvent également inclure des domaines attributaires, des relations et des sous-types. Nous définissons toutes les valeurs valides, les plages attributaires et les classifications (pour une utilisation sous la forme de domaines). Puis nous utilisons des sous-types pour contrôler les comportements, en identifiant les relations tabulaires et les associations pour les classes de relations.

f. Définissons le comportement spatial, les relations spatiales et les règles d'intégrité pour nos jeux de données :

Pour les entités, nous pouvons ajouter des capacités spatiales, un comportement spatial et caractériser les relations spatiales inhérentes à nos entités reliées pour certaines utilisations à l'aide de topologies, de localisateurs d'adresses, de réseaux, de MNT et ainsi de suite. Par exemple, nous utilisons des topologies pour modéliser les relations spatiales de géométrie partagée et appliquer des règles d'intégrité. On utilise des localisateurs d'adresses pour prendre en charge le géocodage, puis des réseaux pour la recherche de parcours et de trajets. Pour les rasters, nous pouvons décider si nous avons besoin d'un jeu de données raster ou d'un catalogue d'images.

g. Proposons une conception de base de données :

Nous définissons l'ensemble d'éléments de la base de données, que nous voulons dans notre conception pour chaque thème de données. On étudie les conceptions existantes pour rechercher des idées et des approches qui fonctionnent et on copie les structures et les pratiques conseillées des modèles de données ArcGIS.

h. Concevons des workflows de mise à jour et des propriétés d'affichage de cartes :

Nous allons définir les procédures de mise à jour et les règles d'intégrité (par exemple, toutes les rues sont divisées aux endroits où elles croisent d'autres rues et les segments de rue se connectent aux extrémités). On conçoit des workflows de mise à jour qui nous aideront à respecter ces règles d'intégrité pour nos données, on définit des propriétés d'affichage pour les cartes et les vues 3D. Puis on détermine les propriétés d'affichage cartographique pour chaque échelle de carte ; celles-ci seront utilisées pour définir les couches.

i. Attribuons des responsabilités pour la construction et la gestion de chaque couche de données :

On détermine à qui seront attribuées les tâches de maintenance des données au sein de notre organisation ou dans d'autres organisations. Une bonne compréhension de ces rôles est essentielle. Nous devons concevoir la manière dont la conversion et la transformation de données sont appliquées pour importer et exporter des données entre différentes organisations partenaires.

j. Créons un prototype qui fonctionne, examinons et peaufinons notre conception :

Nous testons notre conception prototype, et on crée une copie de base de données de la conception proposée en utilisant une base de données fichier, personnelle ou ArcSDE. Construisons des cartes, exécutons les applications clés et effectuons des opérations de mise à jour pour tester la conception.

En fonction des résultats de test de notre prototype, on modifie et on affine notre conception. Une fois que nous disposons d'une structure qui fonctionne, on charge un plus grand ensemble de données (par exemple, dans une base de données ArcSDE) pour contrôler la production, les performances, l'évolutivité et les workflows de gestion de données. Il s'agit d'une étape importante.

On finalise notre conception **avant** de commencer l'alimentation de notre base de données.

k. Documentons la conception de notre base de données :

Nous pouvons utiliser plusieurs méthodes pour décrire la conception de notre base de données et les décisions que nous avons prises. On utilise pour cela des dessins, des exemples de couches, des diagrammes de structure, des rapports simples et des documents de métadonnées.

Certains utilisateurs recourent volontiers au langage UML. Cependant, le langage UML ne suffit pas. Il ne peut pas représenter toutes les propriétés géographiques et les décisions à prendre. En outre, le langage UML ne permet pas de communiquer des concepts de conception SIG clés, tels que l'organisation thématique, les règles de topologie et la connectivité d'un réseau. Le langage UML n'apporte aucune perspective spatiale à notre conception. De nombreux utilisateurs créent une représentation graphique de leur structure de base de données avec **Visio**, telle que celles publiées dans les modèles de données ArcGIS. ESRI fournit un outil qui permet de capturer ces types de graphiques de nos éléments de modèle de données à l'aide de Visio.

1.4. Système d'information géographique SIG

Avec l'essor de l'informatique, est apparue la possibilité de numériser l'information géographique et d'en confier la gestion à l'ordinateur. Celui-ci devint un auxiliaire précieux du géographe, l'assistant pour la production cartographique et l'analyse spatiale. Ainsi est né, dans les années 60, le concept de système d'information géographique. (**Houcine et Rédha, 2010**).

1.4.1. Définition et finalité

De nombreuses définitions ont été proposées pour les systèmes d'information géographiques, traduisant leurs nombreuses facettes et accentuant l'aspect tantôt architectural tantôt fonctionnel (MADI, 2009):

- La **Société française de photogrammétrie et télédétection, 1989**, le définit comme étant « un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'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 » (LCA, 2000).
- **Bordin, 2002**, le considère comme un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré d'une façon qui permet d'extraire commodément des synthèses utiles à la décision.
- Pour **Burrough, 1986**, il s'agit d'un « ensemble puissant d'outils pour rassembler, stocker, extraire à volonté et visualiser des données spatiales du monde réel pour un ensemble particulier d'objectifs » (Houcine et Rédha, 2010).

1.4.2. Classification des SIG

Lors de l'utilisation des SIG, leurs catégories se distinguent en (Ben Fadhila, 2004) :

- **SIG descriptif ou d'observation:**

Qui a pour but principal de fournir une image synthétique du territoire. Cette description est souvent réalisée en suivant une thématique particulière, telles que: géographie, tourisme et récréations, conservation et gestion de la zone côtière, qualité et gestion des eaux. Le SIG descriptif peut aussi dresser un état des lieux qui peut être le résultat d'analyse de type spatial, la représentation est généralement sous forme cartographique.

- **SIG de gestion :**

Il permet la réunion, l'analyse et la cartographie d'éléments afin d'en faciliter la gestion et l'exploitation dans le cadre de procédures préétablies. Il est utilisé pour répondre à une question précise (planification, réalisation et entretien).

➤ **SIG de recherche ou d'étude:**

Le SIG prend ici la forme d'un outil d'aide à la compréhension du fonctionnement des phénomènes étudiés, il permet les requêtes complexes, sur des informations de nature diverses, sur une zone d'étude afin de réaliser des analyses, de mettre en évidence des phénomènes ou comparer des solutions.

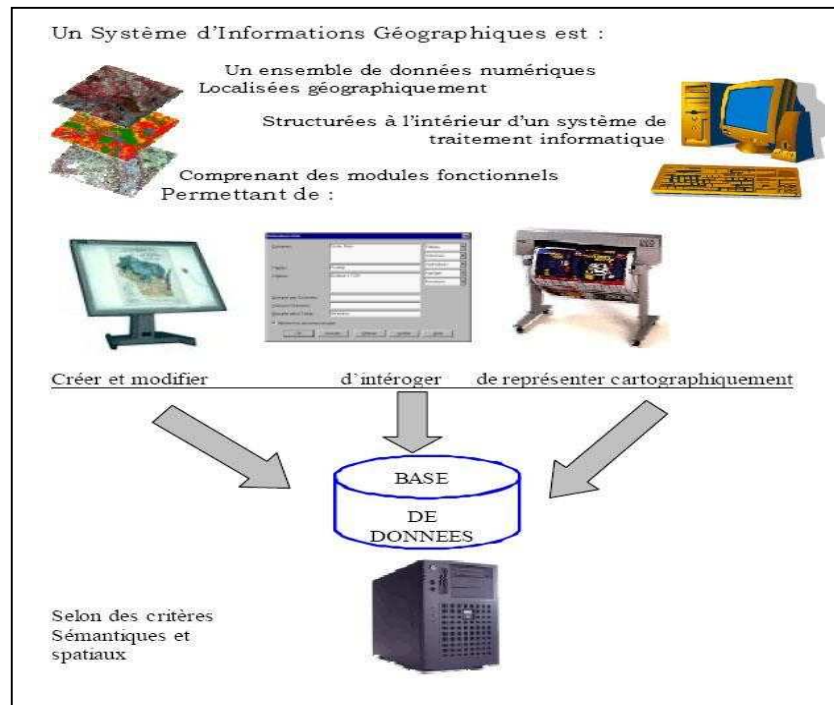


Figure 1.6 : Résumé d'un SIG (Gilliot, 2000).

1.4.3. Fonctionnalité et rôle (règle des 5A)

Le traité scientifique définit les fonctions attendues d'un SIG par « les 5A » qui sont : Abstraction, Acquisition, Archivage, Analyse et Affichage (Houcine et Rédha, 2010).

1.4.3.1. Abstraction

C'est la modélisation, l'intellectualisation du monde réel suivant différents prismes, il s'agit de définir à quoi va servir la base de données ? (IAAT, 2003).

L'abstraction se manifeste, généralement, en deux étapes (Houcine et Rédha, 2010) :

- La première, conduit à la construction du schéma conceptuel de données (SCD), qui permet de modéliser la base de données en définissant les objets (classes

d'objets), leurs attributs ainsi que leurs relations ; Cette étape est nécessaire avant toute numérisation, elle sert de point de départ de la constitution des bases de données géographiques, et de support de dialogue entre les différents intervenants (décideurs, utilisateurs, prestataires, ...).

- La deuxième étape consiste à trouver le logiciel qui soit capable de transcrire et de « stocker » le schéma. Chaque logiciel possède implicitement un Modèle Conceptuel de Données (que les diffuseurs de logiciels sont réticents à donner, afin de rendre captif le futur client), le MCD interprétera et stockera le Schéma Conceptuel de Données (SCD).

1.4.3.2. Acquisition

Nous pouvons trouver l'information auprès des organismes nationaux ou internationaux, producteurs ou revendeurs (**Houcine et Rédha, 2010**) :

- Des données de références : INCT (institut national de la cartographie et de télédétection), ANC (agence nationale du cadastre), INPS (institut national de planification et de la statistique), CNTS (centre national des techniques spatiales), SPOT Image, Michelin,
- Données thématiques : ANRH (agence nationale des ressources hydriques), DGF (direction générale des forêts).
- Auprès des professionnels locaux, cabinet d'expert géomètres, bureaux d'études d'états et collectivités locales (APC).

Si la donnée n'existe pas sous forme numérique, il est possible de la créer soi-même ou par un prestataire : numérisation du cadastre et/ou levé topographique (**IAAT, 2003**).

1.4.3.3. Archivage

Les données acquises doivent pouvoir être récupérées facilement. C'est une des fonctionnalités les moins visibles pour l'utilisateur. Elle dépend de l'architecture du logiciel avec la présence intégrée ou non d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) relationnel ou orienté objet.

1.4.3.4. Analyse

La raison d'être des systèmes d'information géographique n'est pas la constitution de plan ou de carte ni la seule gestion de données mais d'être un outil au service de l'information géographique (IAAT, 2003).

➤ Analyse spatiale à partir de la sémantique

Description qualitative et/ou quantitative d'un espace à partir de données alphanumériques stockées « dans » l'objet géométrique ou dans une base de données externe via un lien.

Cette analyse peut se faire par requête, ou par calcul. La cartographie en est souvent le support.

➤ Analyse spatiale géométrique

Cette analyse se base sur la position de l'objet, sa forme, et les relations qui existent éventuellement. La distance entre objets est une des fonctionnalités simples de l'analyse spatiale. On peut travailler sur les relations entre les objets, par exemple en sélectionnant suivant une distance, une intersection, un positionnement, sans modifier les objets. On peut travailler sur la topologie quand elle existe ; On peut manipuler la donnée en la découpant, la joignant et/ou l'excluant.

1.4.3.5. Affichage

Son but est de permettre à l'utilisateur d'appréhender des phénomènes spatiaux dans la mesure où la représentation graphique respecte les règles de la cartographie.

L'affichage sert à communiquer :

- Sur un ordinateur lors de l'élaboration d'une étude
- Sur Internet en respectant des contraintes de poids, de couleur, de format, ...
- Sur papier pour des documents de travail, des rapports, des documents de promotion, ...

1.4.4. Evolution des SIG

Le système SIG a été dérivé de la cartographie, à l'époque, les dessinateurs et architectes ont exigé la comparaison visuelle et contraste des plans établis avec les sites inspectés. C'étaient sur des papiers translucides et draps du plastique, que les cartes aient été dessinées ou imprimées tardivement (**Tesfazghi Ghebre, 2005**).

Actuellement, les technologies liées aux SIG les unes par rapport aux autres permettent d'évoquer leurs principales différences ; parmi celles-ci, on cite (**TCHIOFFO KODJO, 2008**).

➤ **CAO (Conception Assistée par Ordinateur)**

Un système de CAO a pour vocation d'aider à la conception et à la modélisation de bâtiments, d'infrastructures et de produits manufacturés. Un système de CAO procède par assemblage d'éléments dont les caractéristiques sont fixes pour réaliser une infrastructure globale. Ces systèmes requièrent quelques règles (spécifiant comment assembler ces composants) et des capacités d'analyse très limitées. Si certains logiciels de CAO sont proposés pour la mise en œuvre de solutions SIG, leurs capacités demeurent très réduites et inadaptées pour l'analyse et la gestion d'importantes bases de données géographiques.

➤ **Traitement d'image et GPS**

Le traitement et l'interprétation d'image sont à la fois l'art et la science permettant de mesurer notre planète grâce aux satellites, à la photographie aérienne et à l'utilisation des GPS. Ces différentes sources d'images et de mesures, permettent la collecte d'informations qui seront traitées, visualisées, analysées et interprétées. Ils ne peuvent être comparés aux SIG car ne traitant que les images, ils ne permettent pas d'analyser et de gérer les nombreuses autres grandes familles de données. Les solutions de traitement d'images n'en demeurent pas moins des auxiliaires précieux aux SIG dans leur ensemble.

➤ **SGBD (Systèmes de Gestion de Bases de Données)**

Les Systèmes de Gestion de Bases de Données sont spécialisés dans le stockage et la gestion de tous types d'informations y compris les informations géographiques. Les SGBD sont optimisés pour stocker et retrouver des informations. De nombreux SIG s'appuient sur

ces capacités des SGBD pour organiser et localiser leurs données. Mais le rôle des SGBD s'arrête là, car ils ne disposent pas des outils de visualisation et d'analyse propres aux Systèmes d'Information Géographique.

1.5. Approches dans l'application des SIG

Plusieurs approches ont été visées lors de l'application des systèmes d'information géographiques :

1.5.1. Approche environnementale

L'importance des SIG est basée sur sa capacité d'intégrer les différentes disciplines et autoriser l'utilisateur à interroger les données traitées en respectant l'aspect de géo-référencement. Cependant, la nature complexe des données multidisciplinaires, en général et les données de l'environnement côtier, en particulier, exige l'analyse des rigueurs, auparavant, incorporées dans la structure de la base de données SIG.

Le but définit, exige l'intervention positive des SIG, en visant les emplacements vulnérables et sollicitant l'adoucissement du hasard. La (Figure 1.7) montre l'estimation de l'environnement exigée (Gilman et al., 2001).

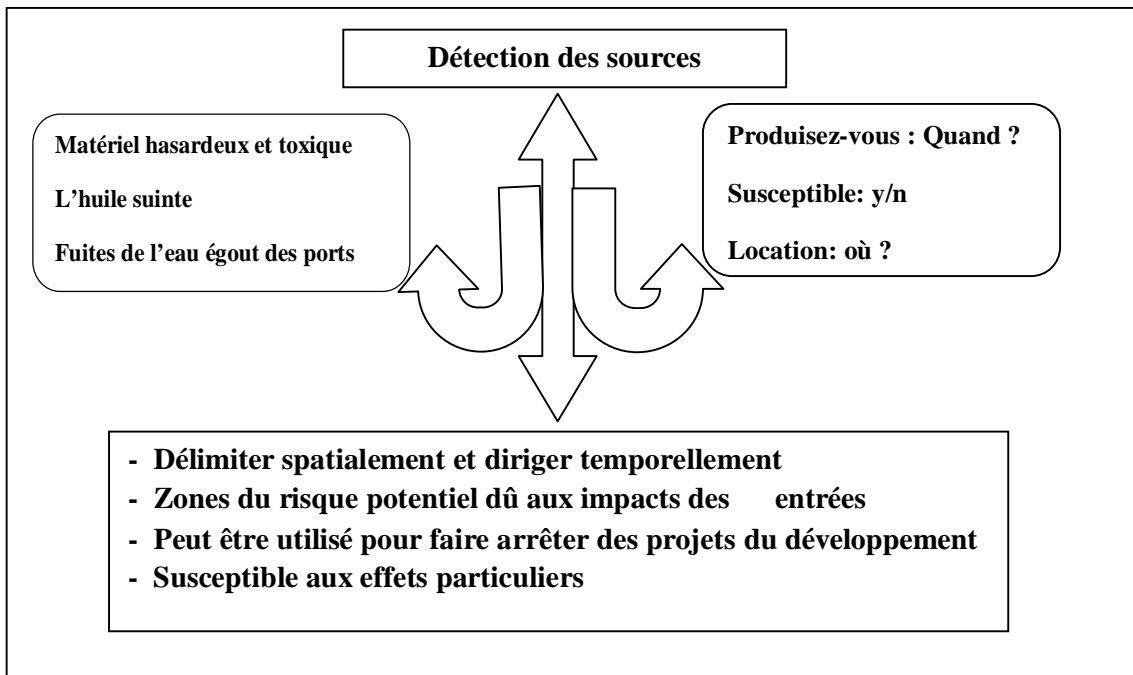


Figure 1.7 : Estimation environnementale

1.5.2. Approche économique

Les SIG servent à identifier les zones économiques censées être potentiellement vulnérable, en prévoyant des impacts et des solutions ; il s'agit de dresser des cartes centrées sur les activités fondamentales et figurant les impacts majeurs régissant l'économie locale et les propriétés publiques (Tsfazghi Ghebre, 2005).

La (Figure 1.8) montre un exemple de schémas, auquel un système d'information géographique puisse gouverner l'analyse, le traitement et la manipulation de ce type de données.

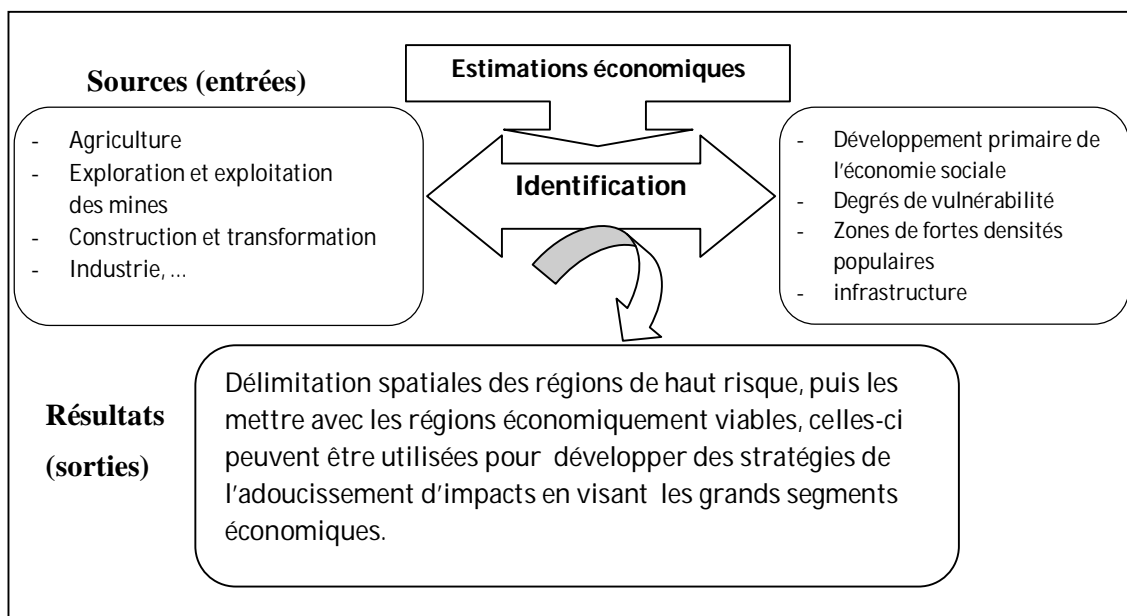


Figure 1.8 : Estimation économique

1.5.3. Approche sociale

Les SIG permettent d'identifier les inter-relations des régions spatiales considérées à haut risque, tel que les emplacements où les ressources personnelles d'individu se mêlent avec le hasard, qui peut être extrêmement limité.

1.5.4. Approche du hasard

Les SIG sont exploités pour extraire toutes les informations permettant l'identification des régions à hauts impacts potentiels, comme une répercussion de chaque hasard, Par

exemple, localisation des régions exposées aux orages ou aux inondations, explosion de fluides pollués; tremblements de terre ... etc, et les classifier selon le degré d'intensité du risque.

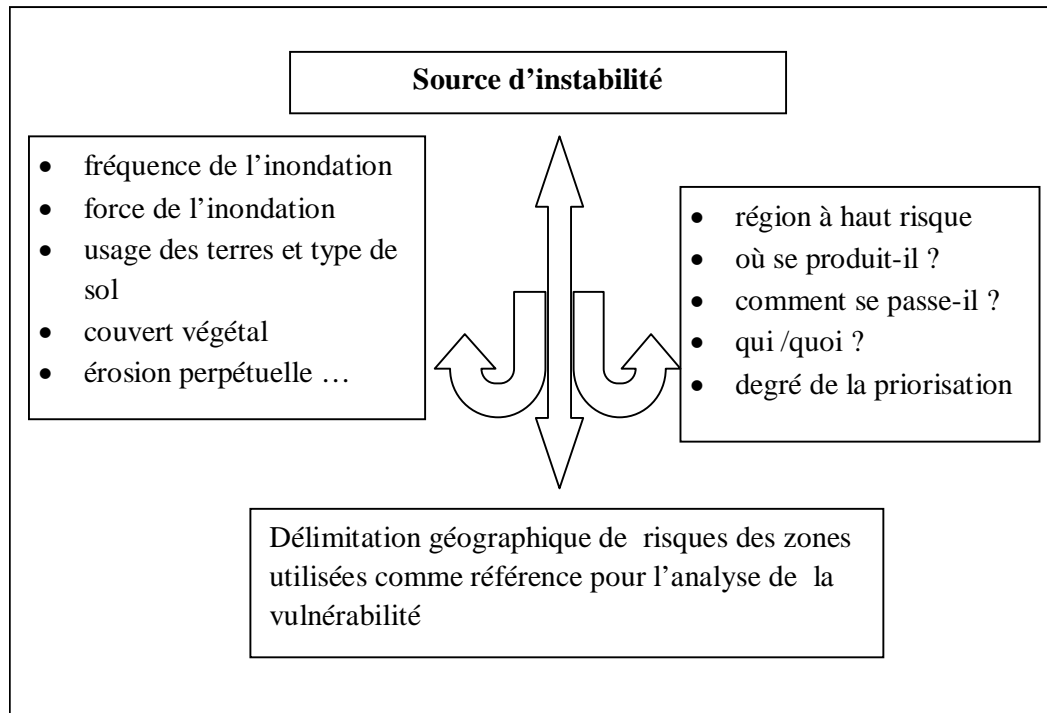


Figure 1.9 : Estimation du hasard

Chapitre II: Conception d'une base de données

2.1. Description de la zone d'étude

Le littoral centre (Figure 2.1) est très long, il occupe la partie centrale de la côte algérienne. Il s'inscrit en creux sous forme semi-circulaire, cas de baies dont les plus importantes celles de Bousmail, d'El djamil, d'Alger et de Zemmouri, ou sous forme semi rectiligne pour le reliquat de la côte.

2.1.1. Situation géographique

La zone d'étude se situe approximativement entre $0^{\circ}48'19''E$ et $5^{\circ}6'27''E$ de longitude et entre $36^{\circ}22'00''N$ et $36^{\circ}46'36''N$ de latitude. Elle s'étale sur environ 370 Km d'Est en Ouest, et 24 km en moyenne du Nord au Sud. Elle est délimitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Est par le cap Carbon, et à l'Ouest par le cap de Ténès ; (Leclaire, 1972).



Figure 2.1 : Situation géographique de la zone d'étude, selon (BOUBTANA K. et TAKLIT T., 2012)

2.2. Processus de conception

L'objectif de la conception d'une base de données, pour les besoins d'un utilisateur, est d'élaborer un schéma conceptuel de son application (Dominique S. et Regis C., 2010).

Cependant, les phénomènes observés, après la perception du littoral centre de l'Algérie, sont abstraits en classes, puis représentés et décrits dans un schéma conceptuel selon un modèle choisi que se soit de type Entité-Association (EA ou ER : Entity-Relationship), UML (Unified Modelling Language) ou MERISE,

(<http://odile.papini.perso.esil.univmed.fr/sources/BDMAT.html>)

Nous pouvons donc obtenir plusieurs schémas conceptuels pour les mêmes phénomènes observés dans le littoral centre.

Le processus est décomposé en 3 phases : – perception du monde réel ; – Abstraction de classes ; et Structuration selon les concepts du MCD choisi.

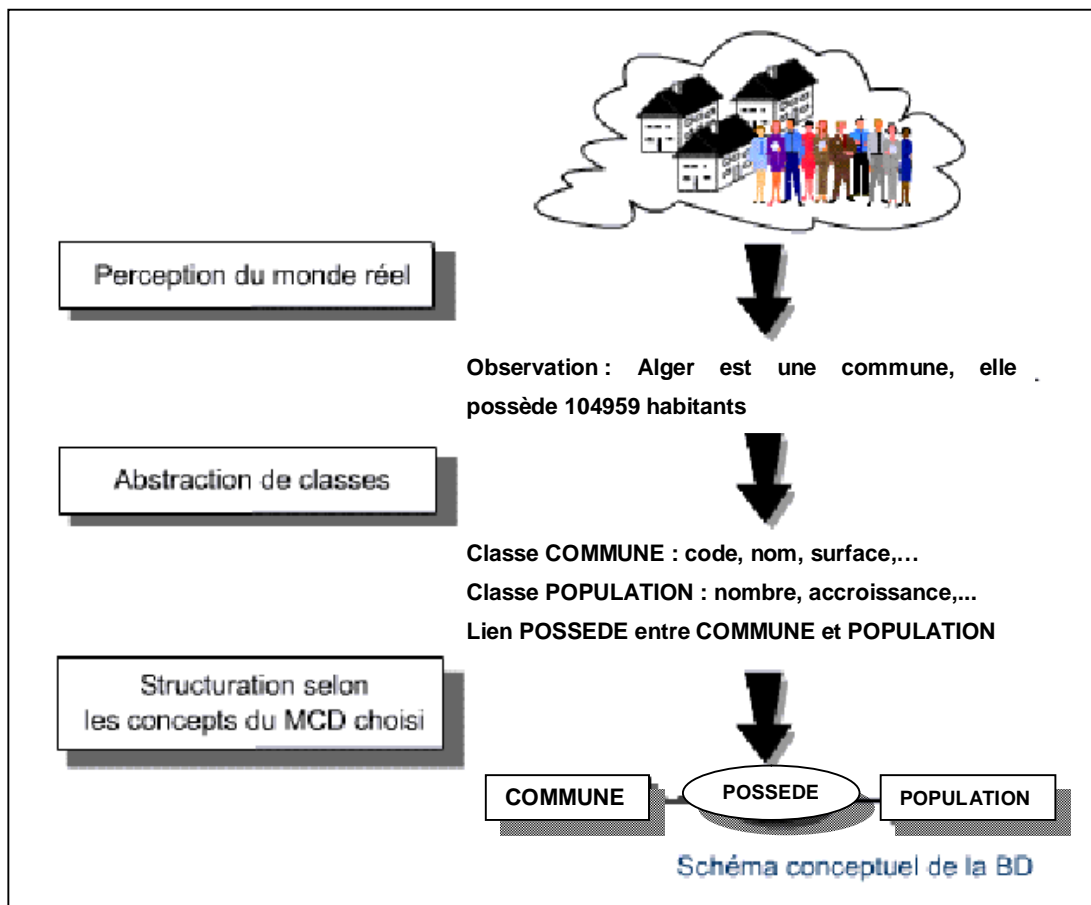


Figure 2.2 : Schéma récapitulatif de la conception d'une base de données

2.2.1. Conception d'une base de données « Littoral »

La modélisation d'une base de données « LITTORAL » se résume dans deux grandes phases: la première concerne la modélisation conceptuelle des thèmes, alors que la deuxième est relative à la modélisation logique/physique des données. (**Dominique S. et Regis C., 2010**).

2.2.1.1. Modélisation conceptuelle des données

La modélisation conceptuelle des thèmes est indépendante de la nature et du type des supports informatiques disponibles. Dans cette phase on s'intéresse à doter la base de données d'une structure solide qui permettra, d'une manière efficace, d'optimiser l'échange des données entre les applications. On identifie les objets du littoral centre comme des entités possédant deux types d'attributs: les attributs alphanumériques (donnent une description de l'objet), et les attributs graphiques qui décrivent la géométrie de l'objet. Au cours de cette phase de modélisation conceptuelle des données nous avons opté pour le modèle Entité-Relation pour établir un modèle conceptuel de données (MCD). Le formalisme entité/relation utilise un langage graphique simple pour dégager une description synthétique des phénomènes et de leurs liens structurels. Son but est de dégager une structure des données qui soit indépendante des outils informatiques pour permettre une vérification par les différents services impliqués, avant de réaliser le système informatique (**Thériault, 1995**). Les thèmes et les entités de la base de données sont définis selon trois classes d'entités:

- Entités sans dimension spatiale: c'est l'exemple de l'entité « Pop_1998 » qui représente le nombre d'habitants de chaque commune littorale.
- Entités à référence spatiale: une parcelle de commune par exemple.
- Objets cartographiques nécessaires pour les localiser: points, lignes et polygones.

Etant donné la complexité et le nombre élevé des données à intégrer dans la BD, et dans le but de simplifier la présentation, le schéma Entité-Relation a été découpé selon des thèmes, qui seront ensuite reliés dans des diagrammes d'ensembles afin de définir complètement le cadre général du système d'information (**E. SEMLLALI et al., 2003**).

Ainsi, après une définition complète des entités du littoral et de ses annexes, les thèmes retenus sont au nombre de deux: Communes littorales et population.

2.2.1.2. Modélisation logique/physique

La phase de modélisation logique consiste à faire une représentation des données suivant le modèle de données du SGBD. Le modèle logique suivi est celui du modèle relationnel. La partie niveau physique correspond à la définition des structures physiques des données en tenant compte des structures des périphériques de stockage et des méthodes d'accès. Le modèle physique exprime la structure logique de la base de données et constitue un passage de la description conceptuelle à l'implémentation physique de la base de données. Le modèle physique de données a été généré automatiquement à partir du modèle conceptuel des données en apportant les corrections nécessaires pour l'adapter aux besoins de prototype SIG.

2.2.2. Terminologie : Classe, Entité, Association, ...

2.2.2.1. Une classe

Est l'ensemble des objets perçus comme ayant les mêmes caractéristiques. Ils auront le même type. La classe représente le modèle ou patron de ce type d'objet. La population d'une classe est l'ensemble des objets qui la composent. Un objet du monde réel est un objet de la base de données qui a les mêmes caractéristiques types que sa classe d'appartenance, mais qui a une identité propre (étiquette ou identifiant) avec des valeurs propres. C'est une instance ou occurrence d'une classe. Les termes objet, classe, type, population, occurrence, instance sont des termes génériques de modélisation. (**Dominique S. et Regis C., 2010**).

2.2.2.2. Entité et entité-type (TE)

Une entité E est la représentation d'un objet du monde réel (concret ou abstrait) perçu par le concepteur comme ayant une existence propre, et à propos duquel on veut enregistrer des informations. Une entité existe indépendamment du fait qu'elle puisse être liée à d'autres entités de la BD.

Un type d'entité (TE) est la représentation d'un ensemble d'entités perçues comme similaires et ayant les mêmes caractéristiques, et qui ont un intérêt en soi pour au moins un traitement de l'application. Toute entité appartenant à l'ensemble décrit par un TE est une

occurrence du TE. L'ensemble des occurrences du TE constitue la population d'un TE. (Dominique S. et Regis C., 2010).

2.2.2.3. Association et association-type (TA)

Une association A est la représentation d'un lien non dirigé entre plusieurs entités (qui jouent un rôle déterminé).

Un type d'association (TA) est la représentation d'un ensemble d'associations ayant la même sémantique, décrites par les mêmes caractéristiques et d'intérêt pour l'application, entre 2 ou plusieurs objets représentés par des entités (Dominique S. et Regis C., 2010).

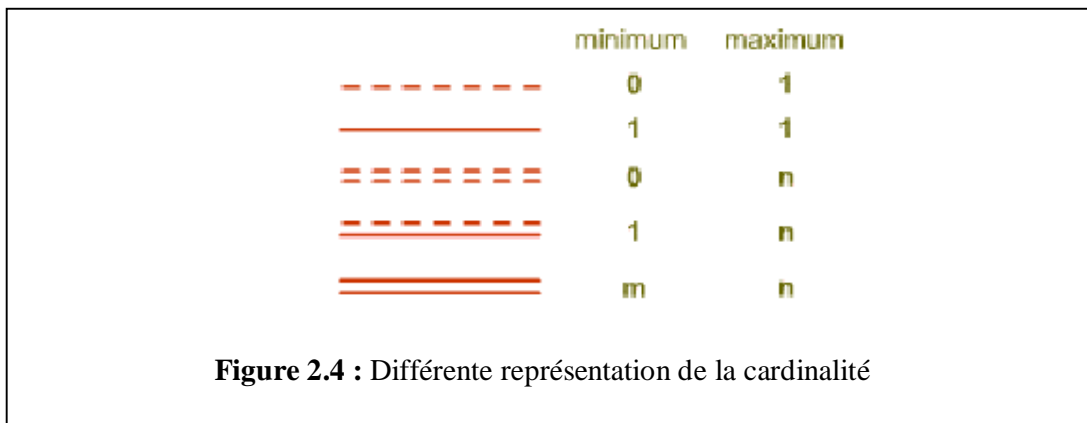
Une association a 2 rôles de part et d'autre de l'association pour chacun des TE. Les rôles peuvent être clairement explicités sur le schéma conceptuel :

- Le rôle possède : la commune ALGER possède le code_com 1601.
- Le rôle est possédé par: Le code_com 1601 est possédé par la commune ALGER.

2.2.2.4. Cardinalité

La cardinalité d'une patte reliant une association-type et une entité-type précise le nombre de fois *minimal* et *maximal* d'interventions d'une entité de l'entité-type dans une association de l'association-type. La cardinalité minimale (toujours 0 ou 1) doit être inférieure ou égale à la cardinalité maximale (toujours 1 ou n) (ENSSMAL, 2011).

Les cardinalités peuvent être notées sur le schéma conceptuel sous forme min, max ou représentées graphiquement comme indiqué ci-dessous (Dominique S. et Regis C., 2010).



- Les seules cardinalités admises sont :
- 0,1** : une occurrence d'entité-type peut exister tout en étant impliquée dans aucune

association et peut être impliquée dans au maximum une association.

0,n : c'est la cardinalité la plus ouverte ; une occurrence d'une entité-type peut exister tout en n'étant impliquée dans aucune association et peut être impliquée, sans limitation, dans plusieurs associations.

1,1 : une occurrence d'une entité-type ne peut exister que si elle est impliquée dans exactement (au moins et au plus) une association.

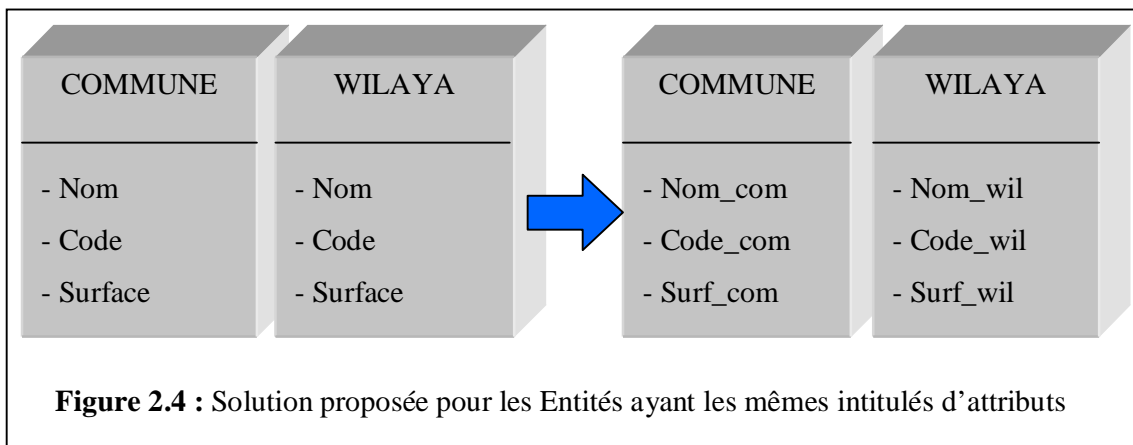
1,n : une occurrence d'une entité-type ne peut exister que si elle est impliquée dans au moins une association.

2.2.3. Règles fondamentales

La bonne formation d'un modèle Entités-Associations permet d'éviter une grande partie des sources d'incohérence et de redondance. Pour être bien formé, un modèle entités-associations doit respecter certaines règles ainsi les entités et les associations doivent être normalisées ; (ENSSMAL, 2011).

➤ Règles portant sur les noms

R1 : Dans un modèle entités-associations, le nom d'une entité, d'une association ou d'un attribut doit être unique. Si les deux entités doivent être séparées, on change les noms des propriétés (Figure 2.4)



➤ Règles de normalisation des attributs

R2: Il ne faut jamais ajouter un attribut dérivé d'autres attributs, que ces autres attributs se trouvent dans la même entité ou pas.

Les attributs d'une association doivent dépendre directement des identifiants de toutes les entités de la collection de l'association.

Une conséquence immédiate de cette règle est qu'un type association dont la cardinalité maximale de l'une des pattes est 1 ne peut pas posséder d'attributs.

R3 : Il faut remplacer un attribut multiple en une association et une entité supplémentaires (Figure 2.5)

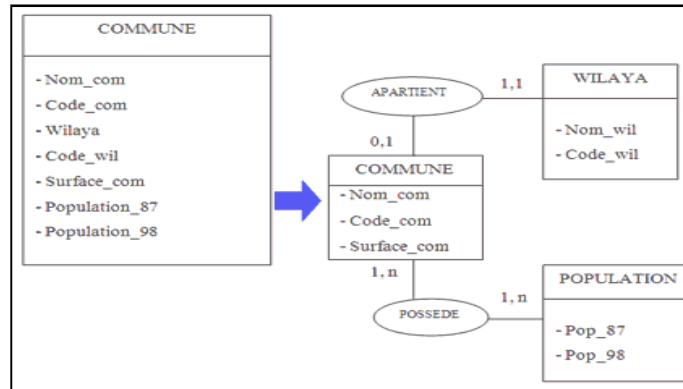


Figure 2.5 : Solution proposée pour l'Attribut multiple « COMMUNE »

R4 : Un attribut correspondant à un type énuméré qui est généralement remplacé par une entité.

R5 : Il faut factoriser les entités quand c'est possible.

La spécialisation de l'entité obtenue peut se traduire par l'introduction d'un attribut supplémentaire dont l'ensemble des valeurs possibles est l'ensemble des noms des entités factorisés (Figure 2.6).

R6 : Il faut factoriser les associations quand c'est possible.

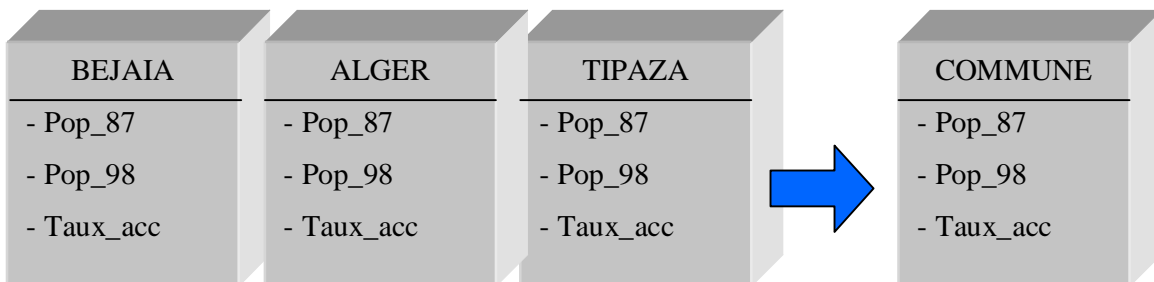


Figure 2.6 : Factorisation des Entités

R7 : Lorsque les cardinalités d'une association sont toutes 1,1 c'est que l'association n'a pas lieu d'être (Figure 2.7).

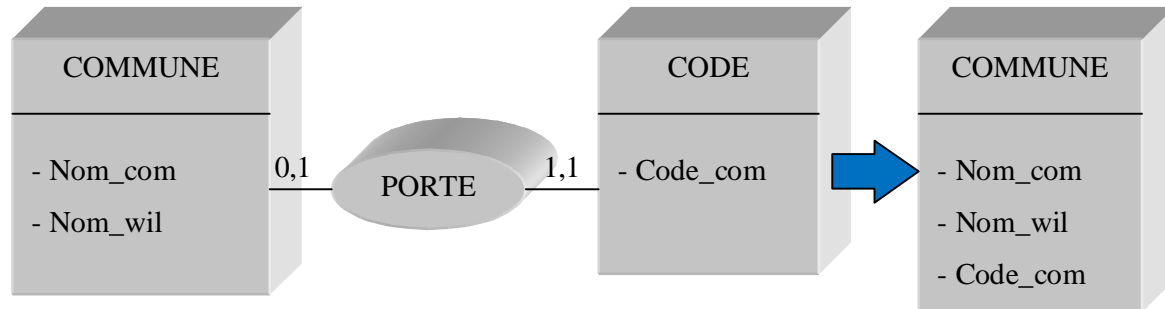


Figure 2.7 : Elimination de l'association

Remarque : même si toutes ses cardinalités maximales sont toutes 1,1 de préférable ne pas supprimer l'association.

2.3. Le modèle EA (Entité-Association ou Entité-Relation ER)

Dans le modèle EA (Entité Association) ou ER (Entité Relation), les objets sont représentés par des entités, et les liens par des associations, aussi appelées relations. Nous voyons ci-après les concepts qui vont nous permettre d'élaborer le schéma conceptuel EA.

2.3.1. Description des Relations entre Entités

Le domaine d'étude (littoral centre) est découpé en parcelles formant des communes littorales ; ces dernières ont connu, en 1987 et 1998, des recensements de leurs populations (Pop_87 et Pop_98 respectivement), afin de déterminer le taux d'accroissance des populations littorales.

2.3.1.1. Entité PARCELLE face à l'Entité COMMUNE

Une parcelle de terrain est caractérisée par son positionnement spatial, sa surface et son périmètre ; pour cette raison, L'entité *PARCELLE* est décrite par des attributs nommés : *Surface*, *Périmètre*, *Position* ; cette dernière est définie par un type de projection (*project*) nommé *Transverse_Mercator* et un système de coordonnées (*Sys_cord*) qui est WGS_1984_UTM_Zone_31N.

En revanche, l'entité *COMMUNE*, de sa part, est définie par les noms d'attributs suivants : *Nom_com* (nom de la commune), *Code_com* (code de la commune), *Nat_com* (nature de la commune qui peut être soit *côtière* ou *non_côtière*), et *Wilaya* (qui précise la wilaya d'appartenance *i.e.* la wilaya au quelle une commune fait partie) ; l'attribut *Wilaya* est considéré comme étant sous-ensemble décrite par les noms d'attributs ci-après : *Nom_wil* (nom de la wilaya) et *Code_wil* (code de la wilaya).

La (Figure 2.8) montre le schéma conceptuel EA à partir duquel nous appréhendons les concepts du modèle EA, en précisant les relations liant les deux entités (*PARCELLE* et *COMMUNE*) décrites ci-dessus ainsi les cardinalités de leurs participations dans l'association *PACELLE/COMMUNE*.

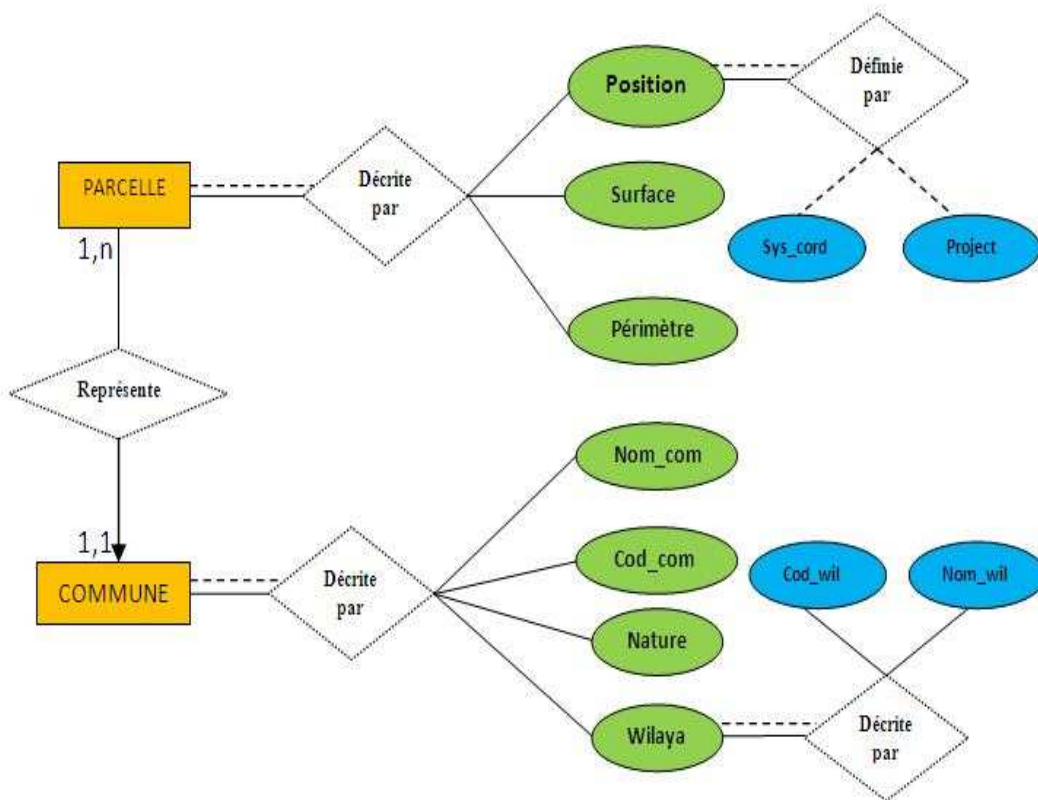


Figure 2.8 : Schéma conceptuel de type EA pour les entités *PARCELLE* et *COMMUNE*

2.3.1.2. Entité PARCELLE face à l'Entité POPULATION

La pression démographique est forte sur le littoral. Elle se traduit par une densité de population élevée (Sébastien C., 2011). L'entité nommée *POPULATION* présente l'un des segments de notre MCD, elle est décrite par : l'attribut nommé *Pop_87* qui présente le nombre d'habitants de chaque commune en 1987, l'attribut nommé *Pop_98* qui présente le nombre d'habitants de chaque commune en 1998, et par l'attribut nommé *T_acc* qui représente le taux d'accroissement de chaque commune entre 1987 et 1998.

La (Figure 2.9) montre le schéma conceptuel EA à partir duquel nous appréhendons les concepts du modèle EA, en précisant les relations liant les deux entités (*PARCELLE* et *POPULATION*) décrites ci-dessus ainsi les cardinalités de leurs participations dans l'association *PACELLE/POPULATION*.

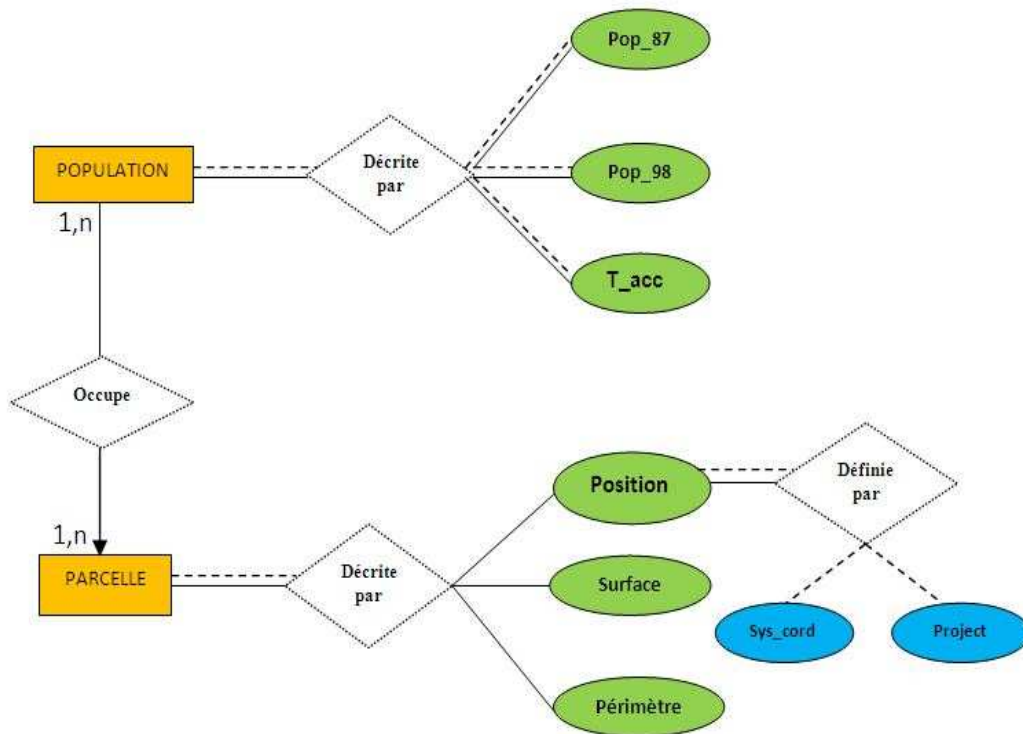


Figure 2.9 : Schéma conceptuel de type EA pour les entités *POPULATION* et *PARCELLE*

2.3.1.3. Entité COMMUNE face à l'Entité POPULATION

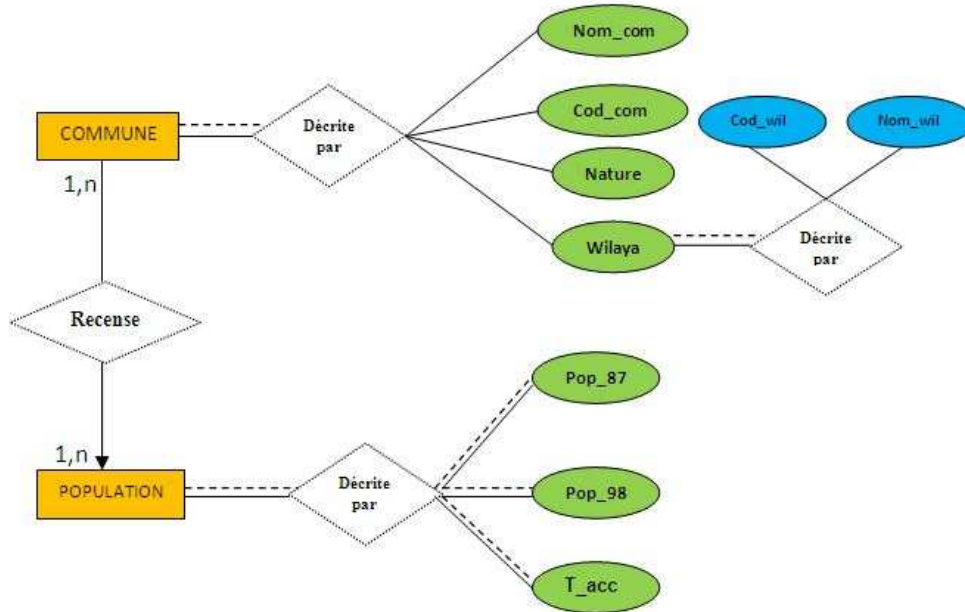


Figure 2.10 : Schéma conceptuel de type EA pour les entités COMMUNE et POPULATION

De la même façon, les entités COMMUNE et POPULATION ainsi leurs attributs décrivent respectivement toutes les implications de l'association nommée « Recense » dans le schéma conceptuel de type EA montré dans la (Figure 2.10).

2.3.2. Schéma conceptuel de données

Pendant la création d'une base de données SIG pour stocker et traquer toutes les données, spatiales et non-spatiales, apparues utiles pour la gestion du littoral, il est difficile de réfléchir à toutes les entités répondant à la problématique.

Sur telle circonstance, la base de données aura besoin d'un mécanisme auquel les attributs de chaque entité seront en rapport les uns avec les autres. Ce mécanisme s'appuie sur des règles spécifiques auxquelles les données et les informations se superposent dans les couches de la base de données.

La réalisation du schéma conceptuel EA (Figure 2.11), à base de modèles conceptuels de données multidisciplinaires, est fondée sur les relations entre entités et les entités elles-

mêmes. Ces dernières sont structurées sous forme de diagrammes de structure d'information ISD (information structure diagrams).

Par la suite le modèle relationnel des SGBD (Système de Gestion des Bases de données) sera appliqué au modèle conceptuel EA pour la création d'une base de données physique, pouvant être mise en œuvre selon les besoins du concepteur, la démarche sera plus détaillée dans le Chapitre III.

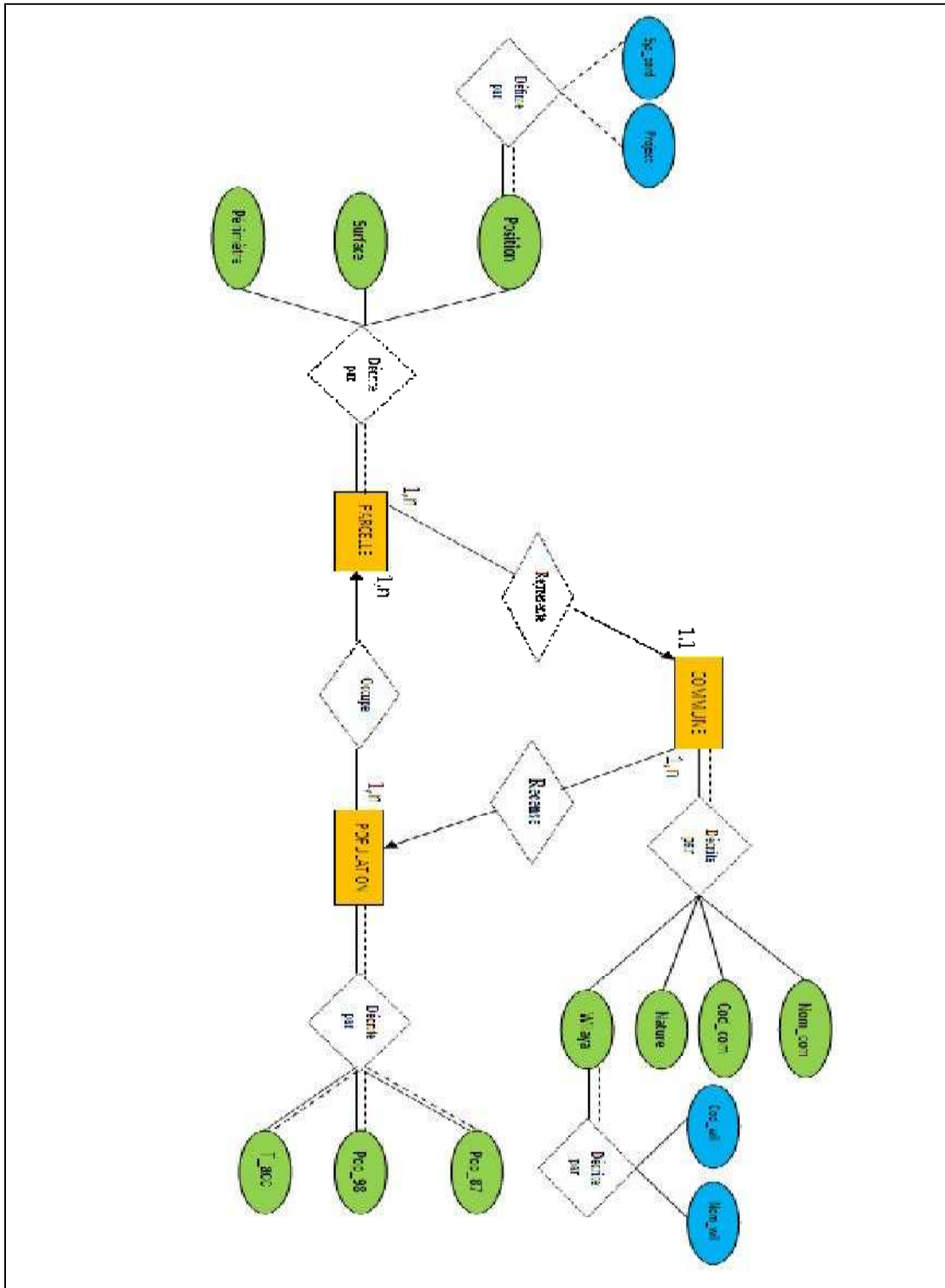


Figure 2.11 : Schéma conceptuel de type EA pour les entités PARCELLE, COMMUNE et POPULATION.

Chapitre III: Création de la base de données

3.1. Transformation du MCD

Après avoir réalisé le schéma conceptuel de données (voir 2.3.2), l'étape de la modélisation physique/logique peut avoir lieu (voir 2.2.1.2 du processus de conception) ; Cette phase de processus de conception peut être assurée à l'aide du modèle relationnel des SGBD (Système de Gestion de Base de Données) afin de pouvoir concrétiser une base de données physique, représentative du MCD déjà conçu.

3.1.1. Le Systèmes de Gestion de Base de Données (SGBD)

Le SGBD est un ensemble de programmes assurant la gestion et l'accès à une base de données suivant un modèle type. Il existe cinq modèles de SGBD, différenciés selon la représentation des données qu'elle contient :

(<http://www.commentcamarche.net/contents/105-les-modeles-de-sgbd>).

3.1.1.1. Le modèle hiérarchique

Les données sont classées hiérarchiquement, selon une arborescence descendante (Figure 3.1). Ce modèle utilise des pointeurs entre les différents enregistrements. Il s'agit du premier modèle de SGBD.

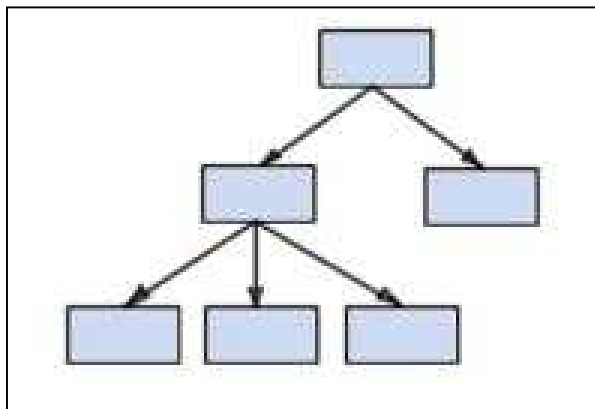


Figure 3.1 : représentation des données selon le modèle hiérarchique

3.1.1.2. Le modèle réseau

Comme le modèle hiérarchique ce modèle utilise des pointeurs vers des enregistrements. Toutefois la structure n'est plus forcément arborescente dans le sens descendant (Figure 3.2).

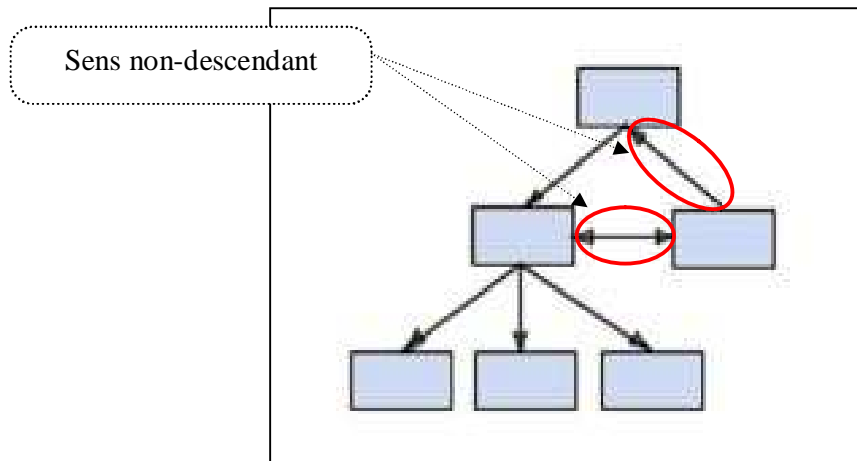


Figure 3.2 : représentation des données selon le modèle réseau

3.1.1.3. Le modèle déductif

Les données sont représentées sous forme de table, mais leur manipulation se fait par calcul de prédicats.

3.1.1.4. modèle objet (SGBDO, Système de gestion de bases de données objet)

Les données sont stockées sous forme d'objets, c'est-à-dire de structures appelées classes présentant des données membres. Les champs sont des instances de ces classes (Figure 3.3).

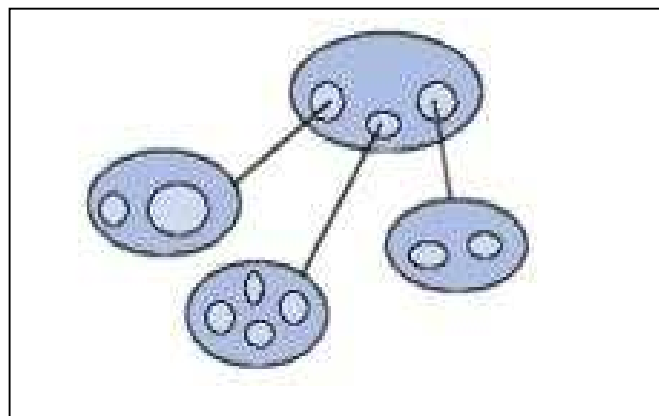


Figure 3.3 : représentation des données selon le modèle objet

3.1.1.5. le modèle relationnel

Le modèle relationnel permet la structuration des informations respectées par les SGBDR (les systèmes de gestion de bases de données relationnelles) (LOUIS, 2006) ; dans ces derniers les données sont enregistrées sous forme de tableaux (Figure 3.4) à deux dimensions (lignes et colonnes). La manipulation de ces données se fait selon la théorie mathématique des relations.

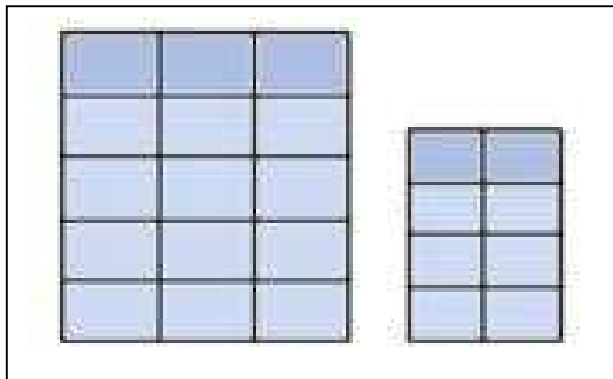


Figure 3.4 : représentation des données selon le modèle relationnel

Remarque : le modèle relationnel présente une structure plus convenable, pour la transformation de type du MCD conçu dans le chapitre II, par rapport aux autres modèles que propose le SGBD ; pour cette raison la base de données, relative à la problématique, sera implémenter à base du modèle relationnel.

3.1.2. Construction du modèle relationnel

Avant d'entamer cette partie, nous allons définir certains objectifs pour lesquels le modèle relationnel a été choisi.

3.1.2.1. Objectifs

- Définir le nombre et la structure des tables de la base de données, en limitant la redondance d'informations et en ayant un schéma de table le plus stable possible.
- Indépendance physique, *i.e.* La façon dont les données sont définies doit être indépendante des structures de stockage utilisées.
- Devenir un standard, *i.e.* la base de données peut servir d'autres besoins des utilisateurs, en se comportant comme une source de données.

3.1.2.2. Détermination des schémas relationnels

Dans le modèle relationnel, la notion de relation est définie comme étant un ensemble d'attributs (colonnes) : {A1, A2, A3, ..., An} ; en effet, les relations ainsi leurs schémas avec lesquelles notre modèle relationnel sera défini, sont représentés ci-dessous :

<u>Relations</u>	<u>Schémas relationnels</u>
• COMMUNE : {Nom_com, Cod_com, Nature}	→ COMMUNE (Nom_com, Cod_com, Nature);
• Wilaya: {Cod_wil, Nom_wil}	→ Wilaya (Cod_wil, Nom_wil);
• POPULATION: {Pop_87, Pop_98, T_acc}	→ POPULATION (Pop_87, Pop_98, T_acc) ;
• PARCELLE : {Surface, Périmètre}	→ PARCELLE (Surface, Périmètre) ;
• Position : {Sys_cord, project}	→ Position (Sys_cord, project).

On peut donc encore définir une base de données relationnelle (BDR) comme un ensemble de schémas relationnels ; cela permet de donner le nom de « LITTORAL » à la base de données relationnelle, dont on est entraine de créer.

Remarque : La notion de relation conduit parfois à de nombreuses anomalies dont les plus importantes sont les suivantes :

- Redondance des données.
- Problèmes de mises à jour : modifications, suppressions.

3.1.2.3. Dépendance fonctionnelle (DF)

La notion de dépendance fonctionnelle se traduit par la mise en forme "normale" des relations, ou « normalisation », elle vise à supprimer toutes les anomalies décrites ci-dessus.

Par définition, on dit qu'il existe une dépendance fonctionnelle entre un attribut A1 et un attribut A2, et on note $A1 \rightarrow A2$, si connaissant une valeur de A1 on ne peut lui associer qu'une seule valeur de A2. On dit aussi que A1 détermine A2, A1 est alors la source de la dépendance fonctionnelle et A2 le but.

En se basant sur la définition ci-dessus, les dépendances fonctionnelles de notre modèle relationnel sont représentées dans le tableau de la (Figure 3.5).

Schémas relationnels	Dépendances fonctionnelles (DF)	
	Source	But
COMMUNE (Nom_com, Cod_com, Nature).	Cod_com	→ Nom_com
Wilaya (Cod_wil, Nom_wil).	Cod_wil	→ Nom_wil

Figure 3.5 : Tableau de différentes dépendances fonctionnelles

Les schémas relationnels POPULATION (Pop_87, Pop_98, T_acc), PARCELLE (Surface, Périmètre) et Position (Sys_cord, project) correspondant aux relations POPULATION: {Pop_87, Pop_98, T_acc}, PARCELLE : {Surface, Périmètre} et Position : {Sys_cord, project} respectivement, ne présentent pas de dépendances fonctionnelles entre leurs attributs, cela permet de développer la notion dépendance fonctionnelle (DF) en dépendance fonctionnelle directe (DFD) et dépendance fonctionnelle indirecte (DFI).

- **La dépendance fonctionnelle directe (DFD)**

On dit que la dépendance fonctionnelle $A \rightarrow B$ est directe s'il n'existe aucun attribut C tel que l'on puisse avoir $A \rightarrow C$ et $C \rightarrow B$. En d'autres termes, cela signifie que la dépendance entre A et B ne peut pas être obtenue par transitivité. Dans le cas de notre étude, le tableau de la (Figure 3.5) porte l'ensemble des DFD pouvant avoir lieu.

- **La dépendance fonctionnelle indirecte (DFI)**

Est l'inverse de la DFD, *i.e.* la dépendance fonctionnelle $A \rightarrow B$ est indirecte s'il existe au moins un attribut C tel que l'on puisse avoir $A \rightarrow C$ et $C \rightarrow B$. En d'autres termes, cela signifie que la dépendance entre A et B est obtenue par transitivité.

Exemple :

- Cod_com \rightarrow Cod_wil \rightarrow Nom_wil.
- Cod_wil \rightarrow Nom_wil \rightarrow nature.

Avec la dépendance indirecte, cette partie du chapitre s'achève, la (Figure 3.6) représente la structure, la plus stable et la plus répondue aux besoins des utilisateurs, que prene la base de données relationnelle (BDR), et avec laquelle cette dernière sera implémentée.

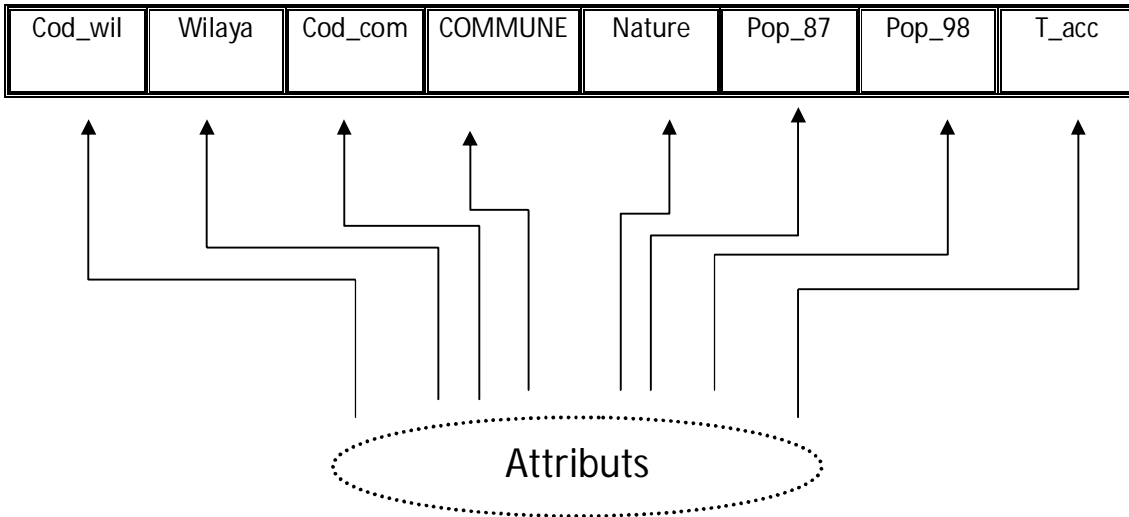


Figure 3.6 : Structure de la BDR (base de données relationnelle) « LITTORAL »

3.2. Implémentation de la base de données

Cette partie consiste à mettre en œuvre une base de données SIG à partir des documents de communes côtières composant le littoral centre de l'Algérie. Dans ce contexte, il apparaît nécessaire d'harmoniser les données des communes côtières, sachant que celles-ci comptent des documents qui ont des caractéristiques de support différent : format « papier », format « image », format « CAO-DAO » et format « SIG ». Cette grande hétérogénéité nécessite des travaux variés pour obtenir une base de données homogène.

3.2.1. Structuration de la base de données SIG

Une base de données « LITTORAL.gdb » a été créée sous ArcGis 9.3 constituée de 6 jeux de classes d'entités, représentant les wilayas, et d'une classe d'entité pour chaque commune (Figure 3.7) ; ce type de format a été défini pour les raisons ci-dessous :

- Accessibilité et facilité d'utilisation des données du littoral centre ;
- Meilleure gestion des couches du littoral centre ;
- Assure un bon recouvrement entre les différentes classes d'entités.

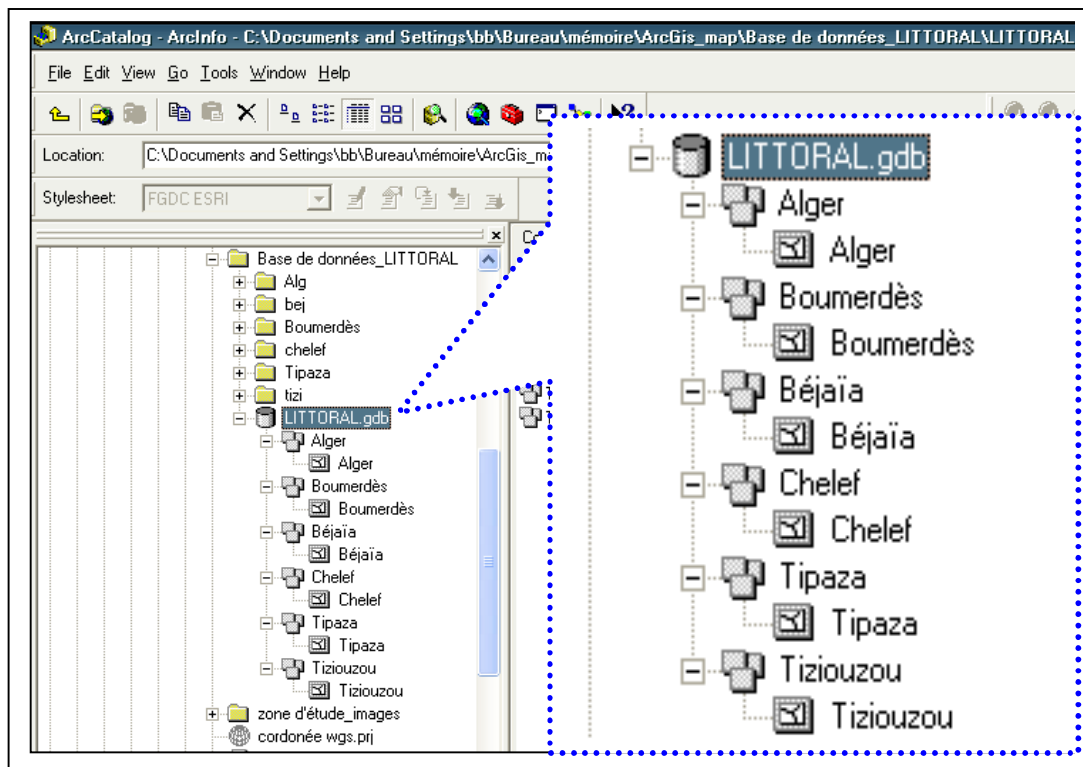


Figure 3.7 : Structure de la base de données « LITTORAL »

Les données contenues dans la base de données, créées ci-dessus, sont géoréférencées en *WGS84_UTM_zone_31N*; Chaque classe d'entité « LITTORAL » a un modèle de données similaire et des attributs communs; Chaque ligne de la table attributaire correspond à une parcelle de commune. Cette structure de base de données est décrite dans le tableau de la (Figure 3.8).

Nom de l'attribut	Type	Longueur	Format du nombre
<i>OBJECTID</i>	Object ID	4	
<i>Shape</i>	Polygon		
<i>ID</i>	Double	8	Numeric
<i>WILAYA</i>	Text	35	

<i>COMMUNE</i>	Text	35	
<i>Nature</i>	Text	20	
<i>Cod_wil</i>	Lon	4	Numeric
<i>Cod_com</i>	Double	8	Numeric
<i>Pop_87</i>	Double	8	Numeric
<i>Pop_98</i>	Double	8	Numeric
<i>T_acc</i>	Double	8	Numeric
<i>Shape_Length</i>	Double	8	Numeric
<i>Shape_Area</i>	Double	8	Numeric

Figure 3.8 : Propriétés des couches d'informations de chaque classe d'entités

En langage machinal d'ArcGis 9.3, la structure de la base de données « LITTORAL », a été définie à base de cinq éléments clés permettant la représentation de son contenu ; Ces fonctionnalités incluent les éléments ci-dessous :

(<http://help.arcgis.com/fr/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//003n0000...>)

3.2.1.1. Jeux de données

Ce sont des spécifications sur la manière d'enregistrer les propriétés des classes d'entités, des rasters et des tables attributaires, ainsi que l'ensemble de colonnes de chaque table. Pour les représentations spatiales (cas de parcelles de communes), apparaissent certaines propriétés géométriques (par exemple, point, ligne, polygone et types de coordonnées). Souvent, spécifiées pour les sous-types. Ces parties du diagramme de structure sont toujours affichées en bleu (**Figure 3.9**).

The screenshot shows a 'Simple feature class' named 'OwnerParcel'. It includes a table of fields and a section for subtypes.

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
ParcelID	String	Yes					30
ParcelLocalLabel	String	Yes					64
ParcelName	String	Yes					64
OwnerClassification	String	Yes		Ownership Classification			64
ManagingAgency	String	Yes					64
Area	Double	Yes			0	0	
AreaType	String	Yes	Lot				20
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	
ParcelType	Long integer	Yes	1		0		

Subtype Code	Subtype Description	Field name	Default value	Domain
1	Park		No values set	
2	Lake		No values set	
3	Forest		No values set	

Figure 3.9 : Enregistrement de propriétés des classes d'entités.

3.2.1.2. Classes de relations

Les relations d'attribut sont fréquemment utilisées dans les SIG, ainsi que dans toutes les applications de SGBD. Elles définissent la manière dont les lignes d'une table peuvent être associées aux lignes d'une autre table. Les relations ont une direction de cardinalité et d'autres propriétés (par exemple, s'agit-il d'une relation un vers un, un vers plusieurs ou plusieurs vers plusieurs ?). Les relations et leurs propriétés sont affichées en vert (Figure 3.10).

The screenshot shows a 'Relationship class' named 'OwnerParcelHasOwner' and a 'Table' named 'Owner'.

Field name	Data type	Allow nulls	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID				
OwnerID	String	Yes			60
OwnerName	String	Yes			60
PercentOwned	Long integer	Yes	0		
OwnershipRole	String	Yes			30

Figure 3.10 : Description des relations et de leurs propriétés

3.2.1.3. Domaines

Ils représentent la liste ou plage de valeurs valides pour les colonnes attributaires. Ces règles contrôlent la manière dont le logiciel gère l'intégrité des données dans certaines colonnes attributaires. Les domaines sont affichés en rouge (Figure 3.11).

Coded value domain	
OwnershipClassification	
Description	
Field type	String
Split policy	Default value
Merge policy	Default value
Code	Description
CVT	City-Village-Town
County	County
Federal	Federal
Indian Tribe	Indian Tribe
International	International
Non-Profit	Non-Profit
Private	Private
State	State
Other	Other
PD	Public Domain
OC	Revested Oregon and California Railroad lands
CB	Revested Coos Bay Wagon Road Lands
AQ	Land acquired
LU	Land Utilization Projects
IND	Indian Trust and Fee Lands
HST	Historic State Lands
NF	Non Federal
PE	Public Domain with Exception
AE	Acquired with exception right

Figure 3.11 : Validation de l'enregistrement de données

3.2.1.4. Règles et relations spatiales

Plusieurs fonctionnalités de modélisation de données avancées sont disponibles pour les bases de données. Par exemple, des éléments de données, tels que des topologies et leurs propriétés, sont utilisés pour modéliser la manière dont des entités partagent une géométrie avec d'autres entités. Les topologies, avec les jeux de données réseau, les localisateurs d'adresses, les MNT (Modèle Numérique de Terrain), les représentations cartographiques, les réseaux géométriques et beaucoup d'autres types de base de données avancés, fournissent un mécanisme SIG important et fréquemment utilisé, permettant d'activer des comportements spatiaux et d'assurer l'intégrité dans les bases de données SIG. Ces règles et autres, telles que les réseaux, sont affichées en orange dans la (Figure 3.12).

La meilleure méthode pour documenter et décrire l'ensemble des types de données étendus dans la base de données, consiste à décrire leurs règles et les comportements de leurs relations spatiales.

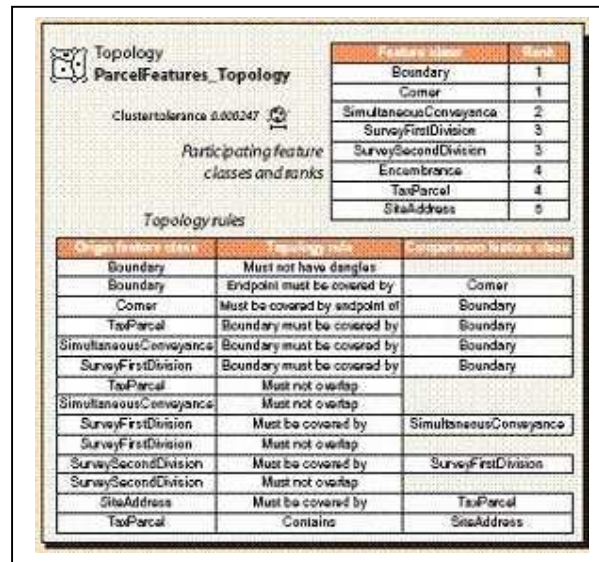


Figure 3.12 : Enregistrement de règles de contrôle

3.2.1.5. Couches

Un SIG inclut des cartes interactives et d'autres vues. Une partie essentielle de chaque jeu de données est constituée par la spécification de la manière dont celui-ci est symbolisé et représenté dans des cartes. Ceux-ci sont généralement définis en tant que propriétés de couche dans ArcMap qui indique comment une symbologie de carte (couleurs, motifs de remplissage, symboles de lignes et de point) et des étiquettes textuelles sont attribuées aux entités. Les couches ne sont pas gérées dans les bases de données spatiales mais elles constituent un aspect important pour la définition de certaines propriétés de jeu de données clés dans une structure de base de données. Les spécifications de couches sont affichées en jaune (Figure 3.13). Les couches peuvent être stockées sous la forme de fichiers (.lyr) ou d'éléments dans un document ArcMap (.mxd).

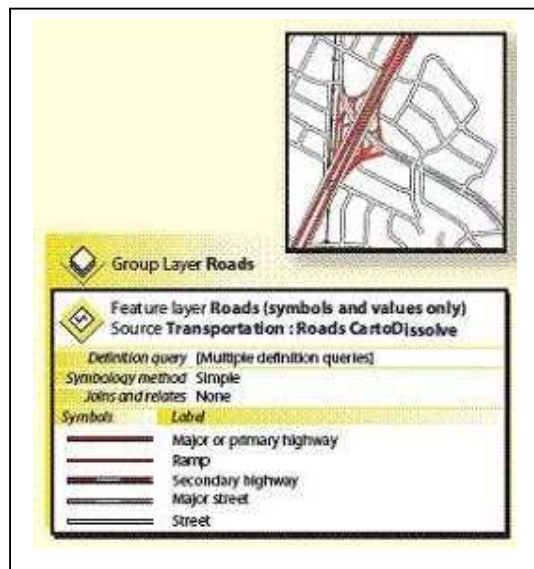


Figure 3.13 : Enregistrement des couches d'information

3.2.2. Numérisation des données sources

Cette phase met en exploitation les données DAO (Dessin Assisté par Ordinateur) et SIG (Système d'Information Géographique) acquises, durant la période de préparation de cette étude, afin d'achever la base de données SIG.

3.2.2.1. Intégration des données DAO et SIG

Cette opération a amorcé le travail de numérisation des limites administratives des communes en intégrant les documents vecteurs dans la base de données spatiale.

Données DAO	Données SIG
1	1

Figure 3.14 : Tableau de documents recensés pour la base de données

➤ Les données DAO

Une table issue de logiciel de DAO (Microstation) à été traité pour pouvoir extraire les polygones représentatifs des parcelles communales et les transformer en Shape grâce aux outils de conversion du logiciel ArcGis. Les projections des données DAO

(généralement en D_WGS1984) ont été harmonisées en UTM_WGS84_zone 31. Les fichiers Shape ont ensuite été intégrés dans la classe d'entité *commune* de la base de données.

La plupart des données textes contenues dans les étiquettes DAO ne possèdent pas les informations attributaires sur la typologie ou le nom de la commune. Ces informations ont été reprises et associées manuellement à la base à partir des légendes des documents papiers ou images en fonction de leur disponibilité.

Dans certain cas, les fichiers DAO étaient mal géoréférencés. Le calage a été réalisé avec l'outil Ajustement Spatial du logiciel ArcGis par correspondance entre les points remarquables (Cap de Ténès, Cap Carbon, angle de parcelles ou de ports, ...) et les données de la zone d'étude disponibles à Google Earth. Ces points ont permis de caler au mieux les données afin d'obtenir une erreur résiduelle de géoréférencement minimale.

➤ Les données SIG

C'est la phase de numérisation la plus conséquente avec 56 parcelles communales implémentés dans la base de données.

Deux types de données SIG traitées et projetées en UTM_WGS84_zone 31:

- Format Shape (1 fichier)
- Format ArcGis table ou SHP-sbn (une table).

Comme pour les données DAO, lorsque le géoréférencement n'était pas fiable, les données ont été recalées.

Elles ont aussi été informées en conformité avec les cartes papier en cas d'absence des attributs dans la base d'origine.

3.2.2. Construction de la BD « LITTORAL » sous ArcGis 9.3

ArcGIS est l'un des logiciels SIG les plus utilisés. Ce logiciel offre de nombreuses potentialités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales.

Différentes couches d'informations spatiales peuvent être manipulées offrant la possibilité d'analyser une ou plusieurs couches sous le contrôle des autres. Le seul lien entre ces différentes couches est le lien spatial, c'est-à-dire, l'appartenance au même espace géographique et ayant le même système de coordonnées. (SOUDANI, 2006).

Le logiciel ArcGIS 9.3 comprend quatre applications principales : ArcCatalog, ArcMap, ArcToolbox et ArcReader.

- **ArCatalog** : est un explorateur de données tabulaires et cartographiques offrant des outils de gestion et d'organisation analogues à ceux offerts par les systèmes d'exploitation comme WINDOWS ou DOS (copier, renommer, effacer, créer des icônes, etc.). Il est vivement conseillé d'utiliser ArcCatalog pour effacer les fichiers car ces fichiers sont accompagnés d'autres fichiers que l'explorateur de Windows, s'il est utilisé, ne permet pas de les effacer automatiquement. ArcCatalog permet aussi de visualiser les données tabulaires et des couches géographiques ainsi qu'une exploration des différents thèmes qui les constituent.
- **ArcMap** : est l'application fondamentale du logiciel ArcGIS. Elle contient une boîte à outils, organisés sous forme de modules indépendants (extensions), permettant de gérer, manipuler, analyser et éditer les différentes couches d'informations de la base de données.
- **ArcToolbox** : est une boîte à outils permettant d'effectuer des conversions et de transferts de format et aussi de projection.
- **ArcReader** : est une application gratuite permettant d'échanger des cartes publiées entre différents utilisateurs.

La création de la base de données « LITTORAL », sous ArcGis 9.3, s'effectue comme suit:

- Exploration des données disponibles sous ArcCatalog.
- Création de différentes couches sous ArcMap (extraction de couches « vecteur » de la table ALGERIE.SHP).
- Géoréférencement par importation d'un système de coordonnées sous ArcMap.
- Importation des couches *layers* à la base de données sous ArcCatalog.
- Construction de la base de données tabulaire.
- Mise en page et création d'une carte pour impression (Figure 3.15).

Remarque : le processus de déroulement de ceux qui précèdent, est bien détaillé dans les annexes (voir annexe 1).

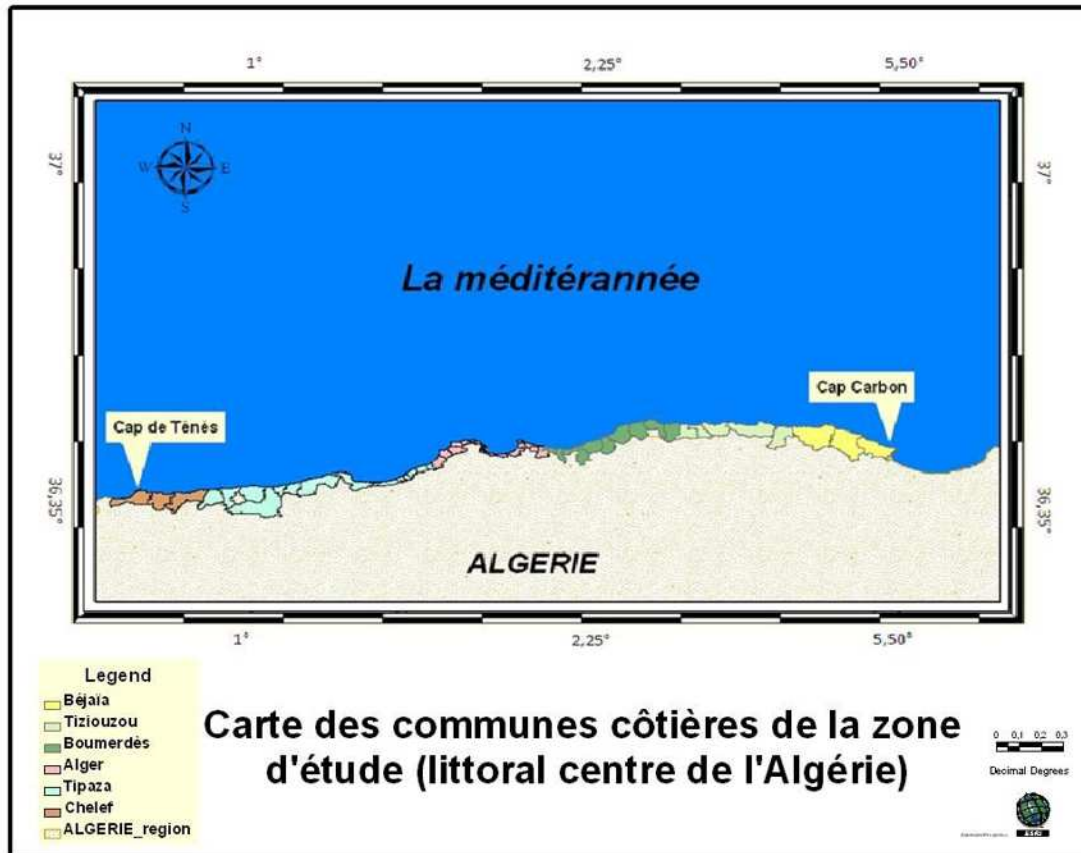


Figure 3.15 : Mise en page de la carte des communes côtières de la zone d'étude

Chapitre IV: Mise en oeuvre de la base de données

4.1. Cartographie des résultats

Ce chapitre sert à exploitation la base de données « LITTORAL », créée dans le chapitre précédent, en évaluant le nombre d'habitants de chaque commune littorale dans les années 1987 et 1998 ; La cartographie des deux attributs (Pop_87 et Pop_98) permet d'estime l'évolution de la population littorale au cours de cette période (1987/1998).

Les cartes ci-dessous représentent des fragments de la zone d'étude, il s'agit de différentes wilayas composant celle-ci. Ces cartes sont réalisées à l'aide d'ArcGis 9.3 grâce à la commande *symbology* permettant l'analyse thématique selon les deux attributs Pop_87 et Pop_98.

4.1.1. Wilaya de Béjaïa

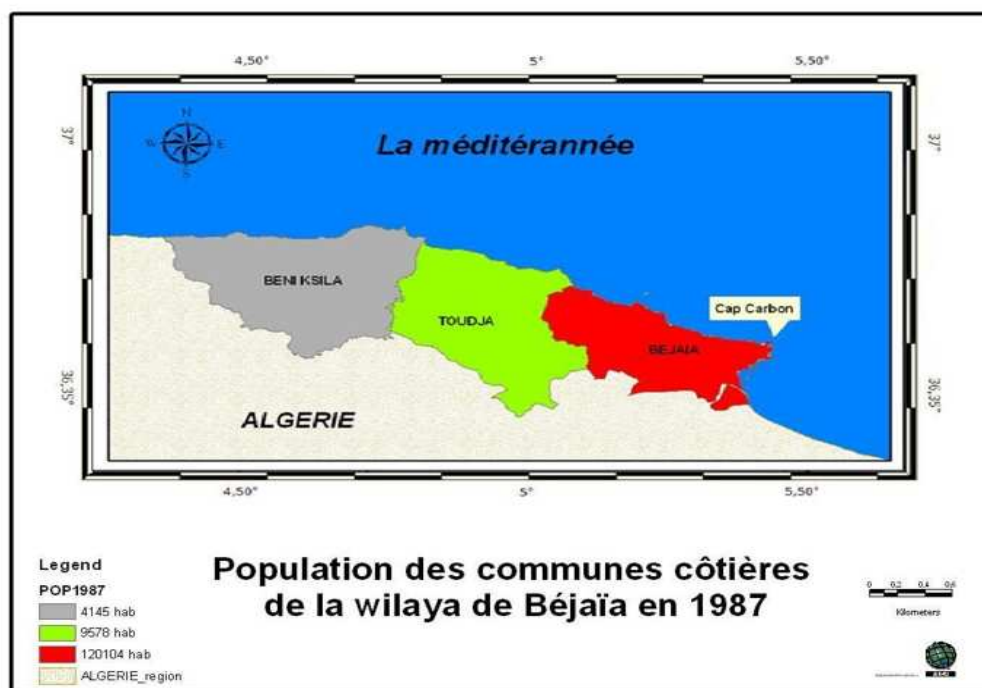


Figure 4.1 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Béjaïa en 1987

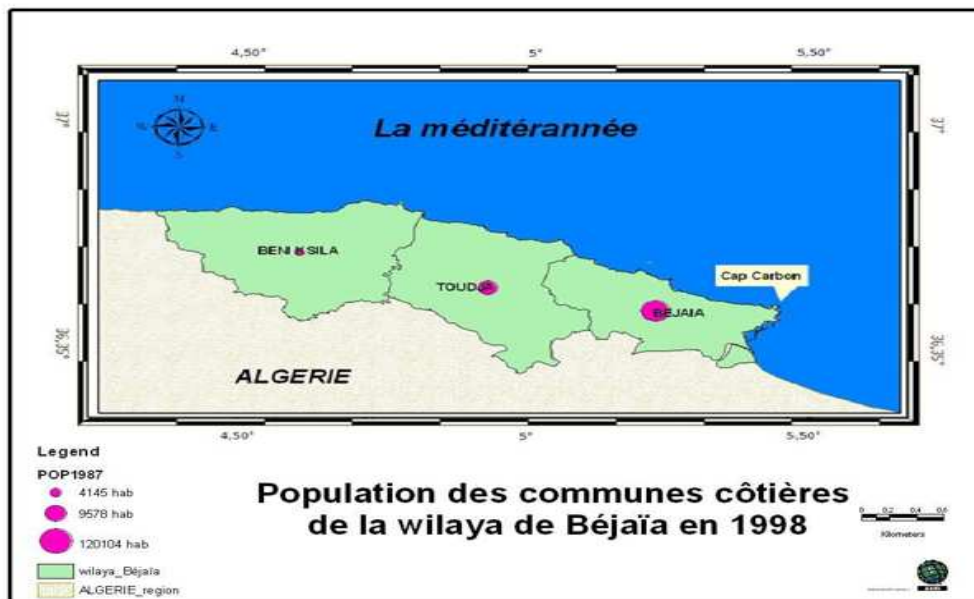


Figure 4.2 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Béjaïa en 1998

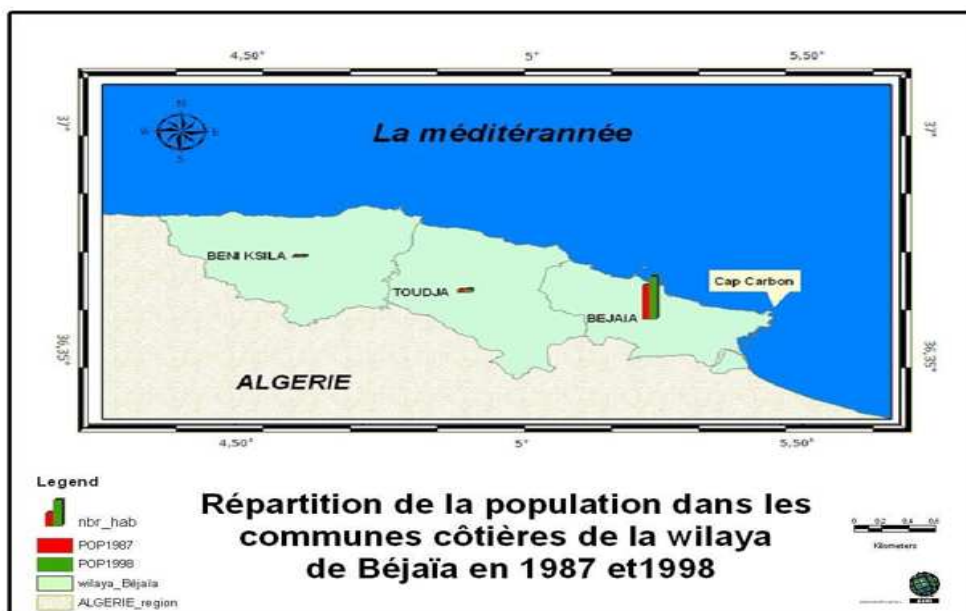


Figure 4.3 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya de Béjaïa en 1987 et 1998

4.1.2. Wilaya de Tizi Ouzou

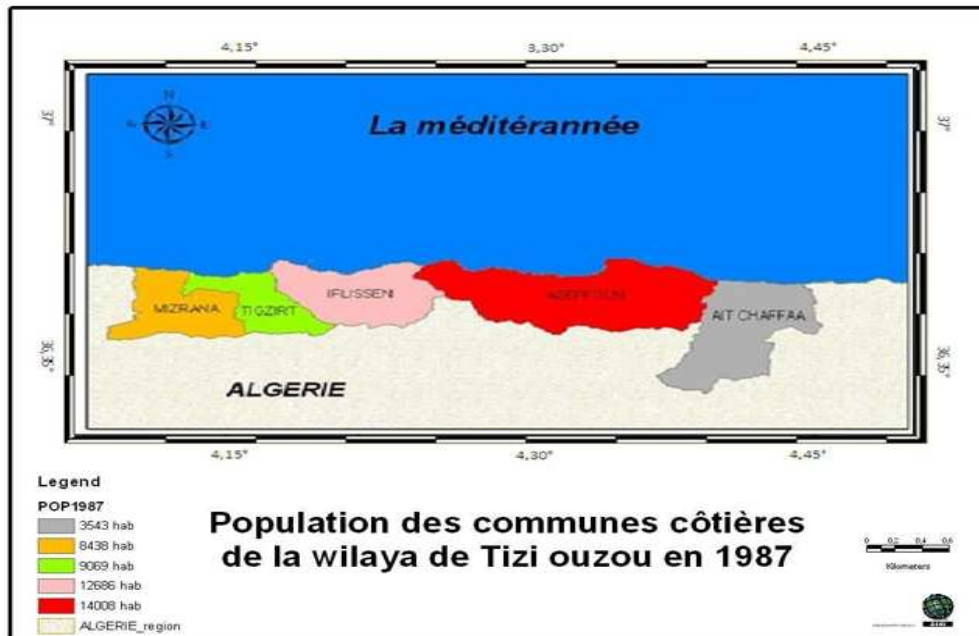


Figure 4.4 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Tizi Ouzou en 1987

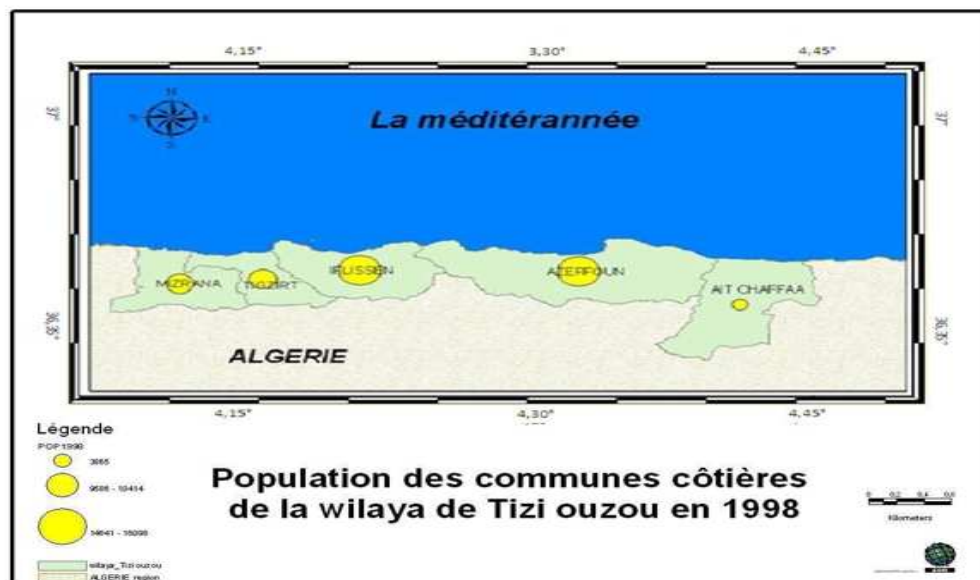


Figure 4.5 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Tizi Ouzou en 1998

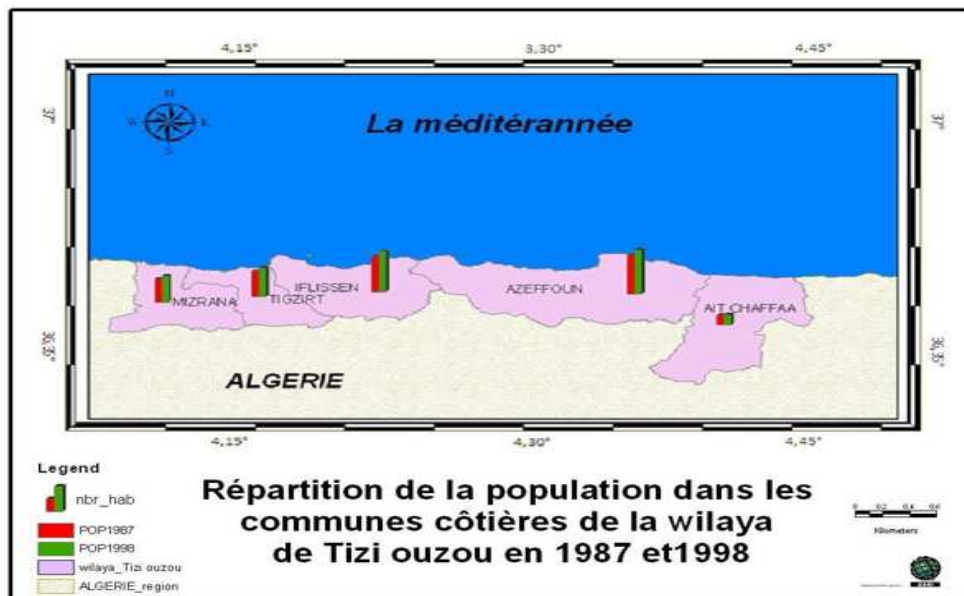


Figure 4.6 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya de Tiziouzu en 1987 et 1998

4.1.3. Wilaya de Boumerdès

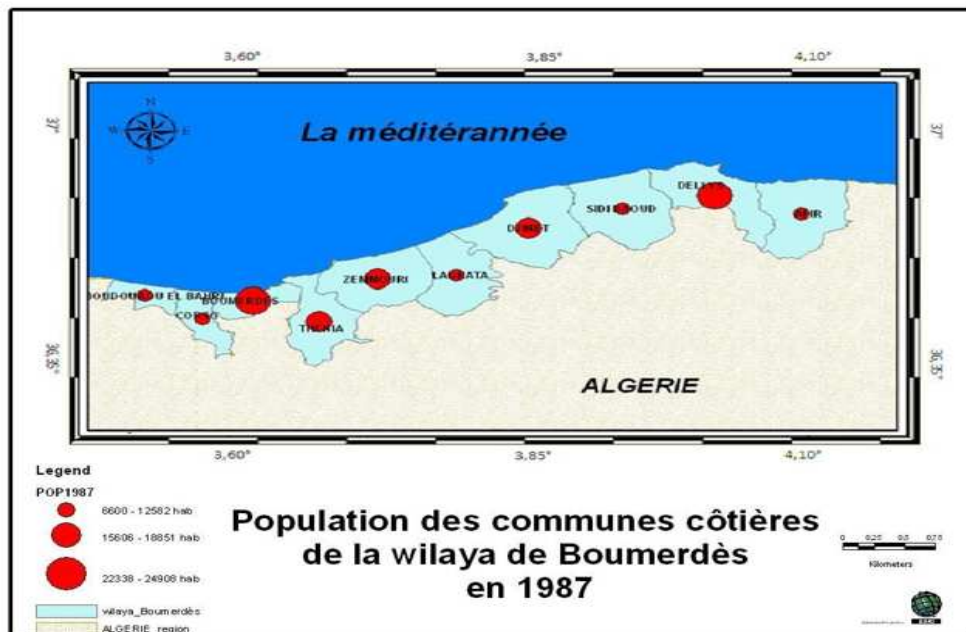


Figure 4.7 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Boumerdès en 1987

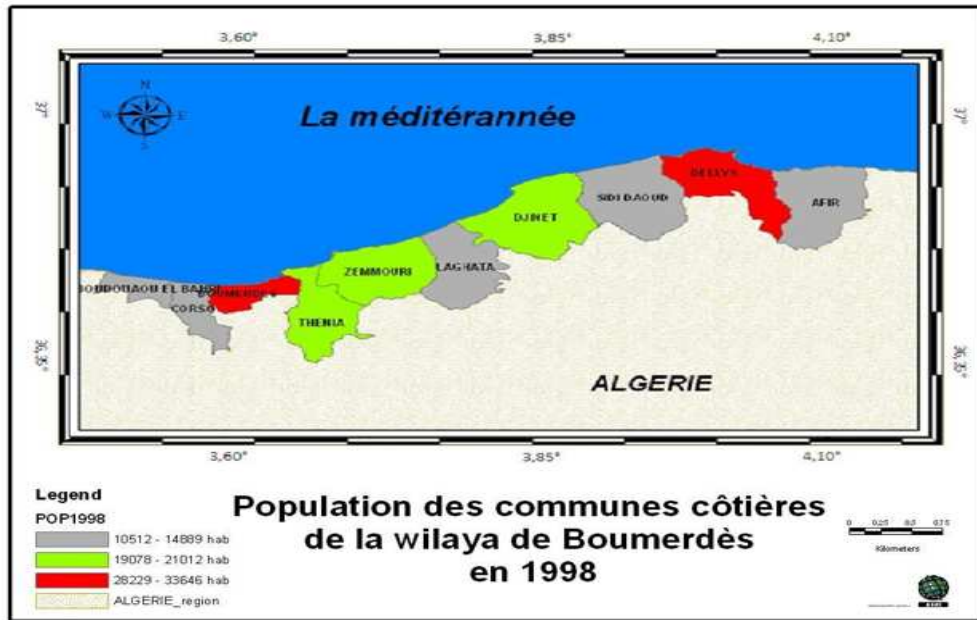


Figure 4.8 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Boumerdès en 1998

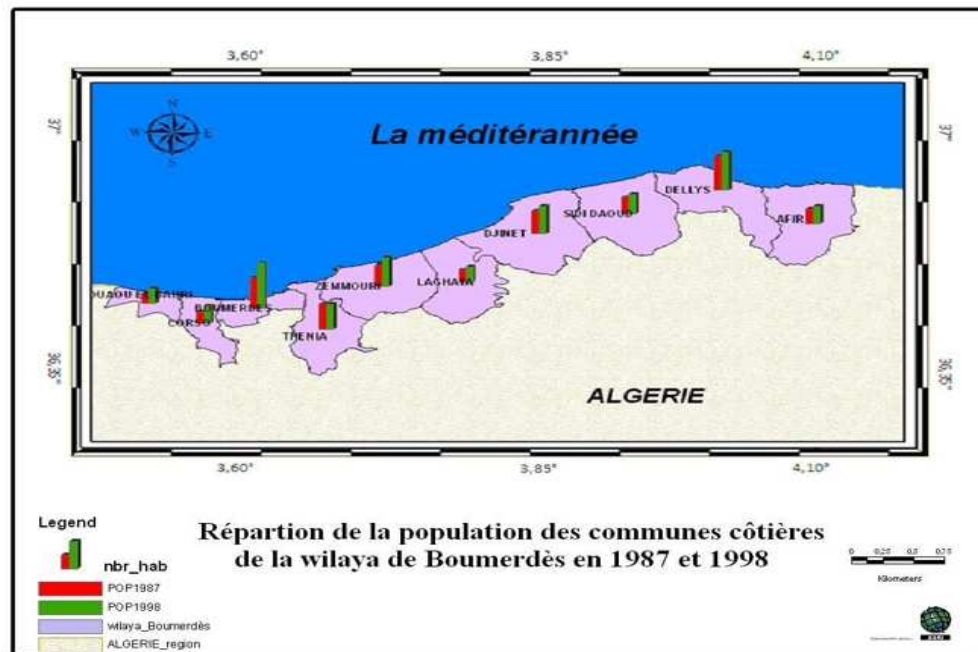


Figure 4.9 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya de Boumerdès en 1987 et 1998

4.1.4. Wilaya d'Alger

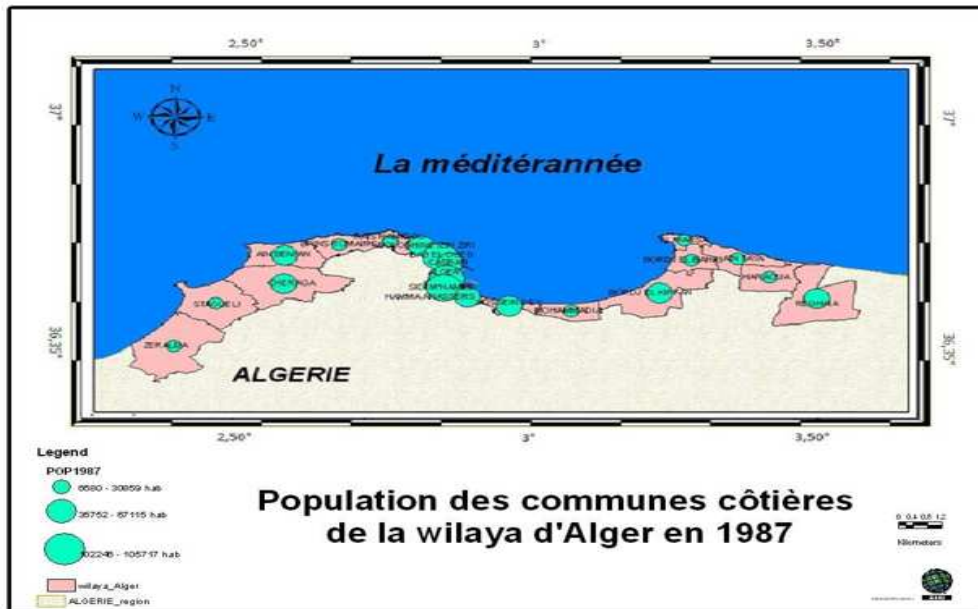


Figure 4.10 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya d'Alger en 1987

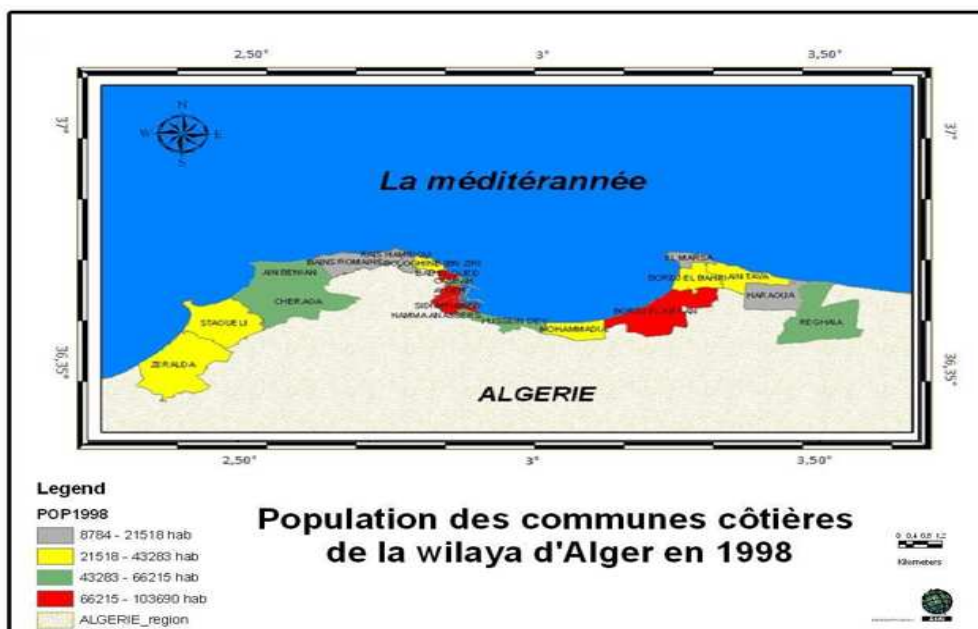


Figure 4.11 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya d'Alger en 1998

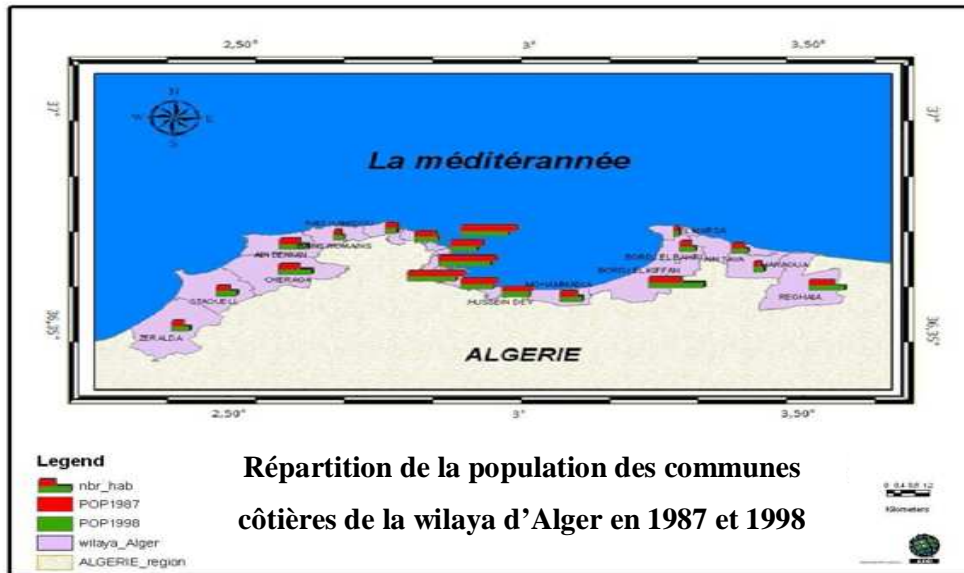


Figure 4.12 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya d'Alger en 1987 et 1998

4.1.5. Wilaya de Tipaza

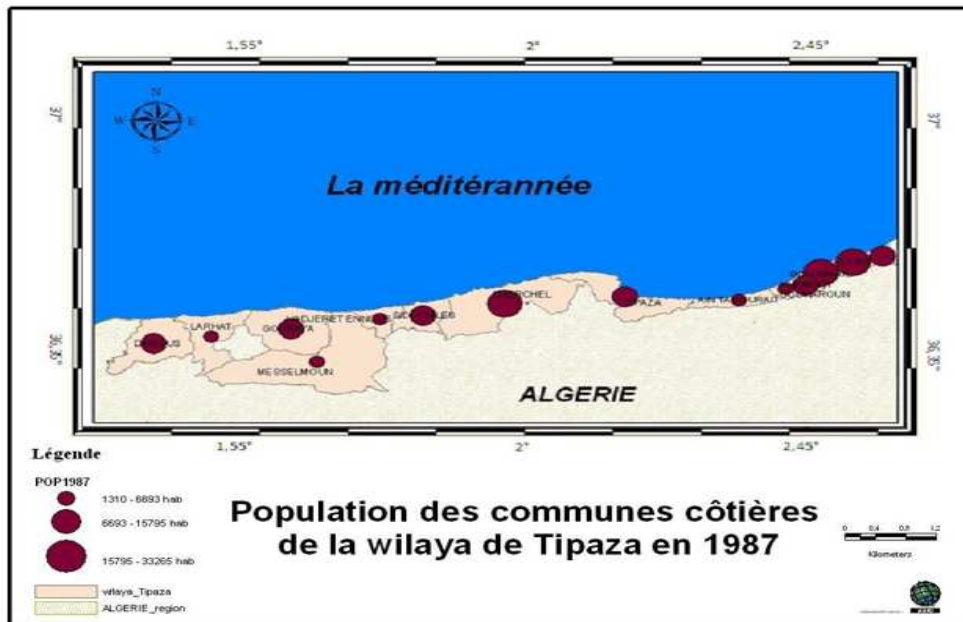


Figure 4.13 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Tipaza en 1987

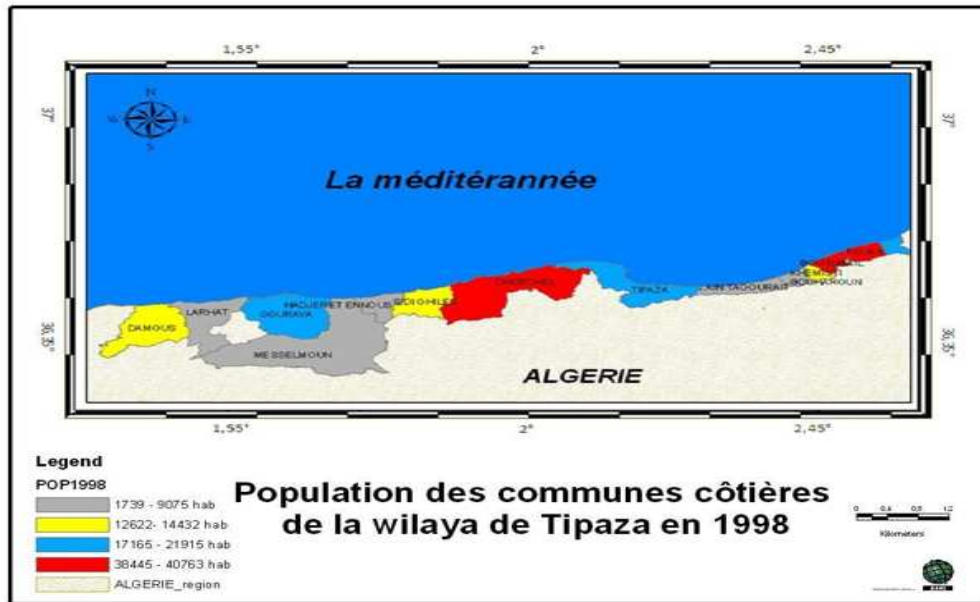


Figure 4.14 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Tipaza en 1998

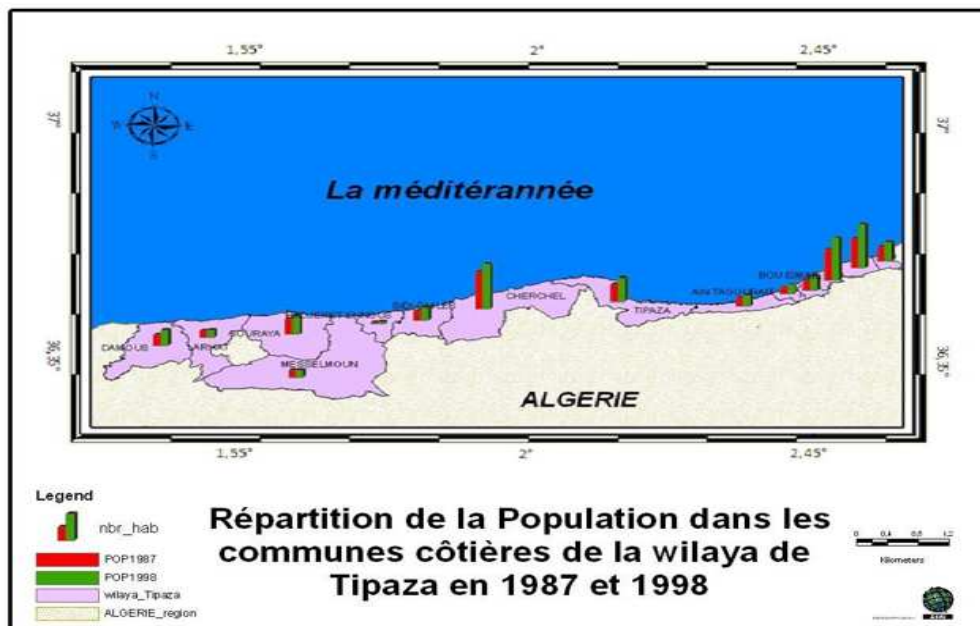


Figure 4.15 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya de Tipaza en 1987 et 1998

4.1.6. Wilaya de Chlef

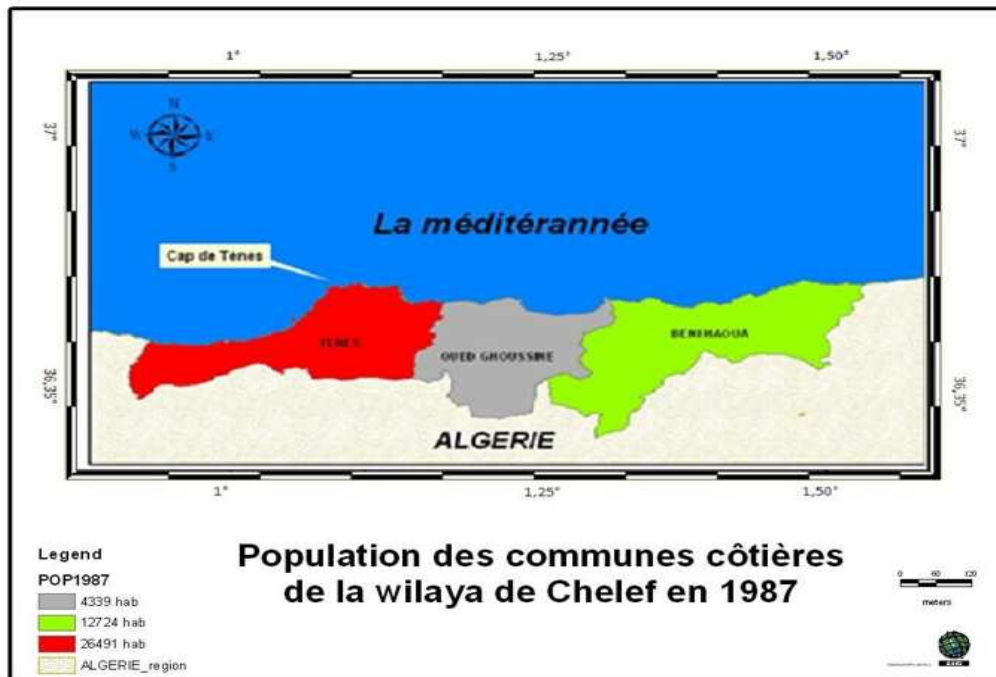


Figure 4.16 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Chlef en 1987

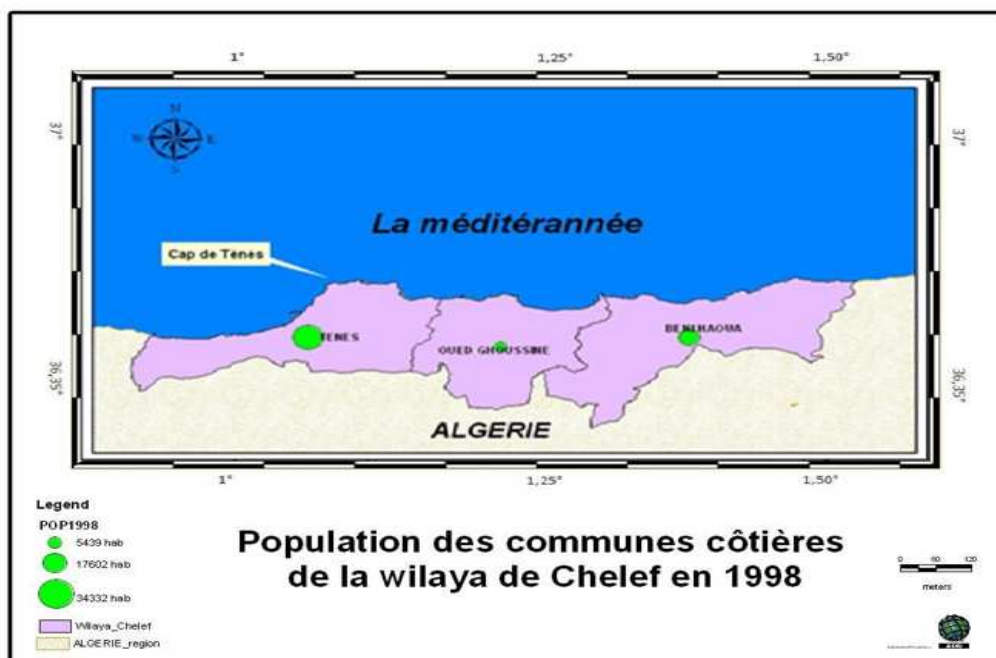


Figure 4.17 : Carte de la population des communes côtières de la wilaya de Chlef en 1998

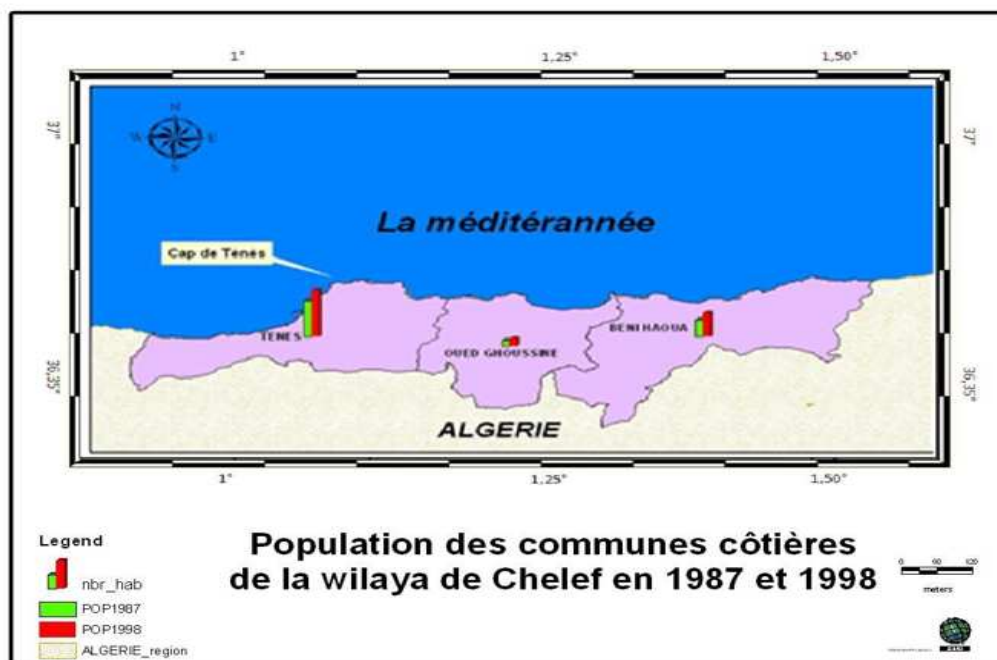


Figure 4.18 : Carte de la répartition de la population des communes côtières de la wilaya de Chlef en 1987 et 1998

4.2. Discussion

Les cartes ci-dessus montrent le nombre d'habitants, dans les années 1987 et 1998, de chaque commune côtière composant notre zone d'étude. Cette dernière compte, d'Est en Ouest, les wilayas : Béjaïa, Tizi Ouzou, Boumerdès, Alger, Tipaza et Chlef ; qui présentent chacune une commune plus peuplée soit en 1987 et/ou en 1998.

Les valeurs que portent les attributs *POP1987* et *POP1998* sont représentées soit en cercles pleins (Figures 4.2, 4.5, 4.7, 4.10, 4.13 et 4.17), soit par coloration de la parcelle (Figures 4.1, 4.4, 4.8, 4.11, 4.14 et 4.16).

Nous pouvons donc déduire directement, à partir des cartes, la commune la plus peuplée du littoral centre, ou en utilisant les commandes SQL, qu'intègre ArcGis 9.3, et qui permettent de sélectionner, parmi les communes que porte la base de données, celle ayant le nombre max de l'attribut *POP1987* ou *POP1998*.

Cette fonctionnalité et autres, font de notre base de données une source d'informations que chaque utilisateur puisse explorer.

Conclusion générale

❖ **Conclusion générale**

La réponse que nous apportons, suite à notre travail, est une méthode d'évaluation effective de la généralisation de processus, ainsi que les outils pour paramétrer les fonctions d'évaluation et visualiser les résultats de la conception obtenus. Une application SIG est, ensuite, recommandée pour pouvoir incorporer les données multidisciplinaires mesurées dans un format cohérent et logique.

Le suivi de la procédure fait appel à l'adoption d'un modèle de données qui facilitera l'analyse et la visualisation de la base de données conçue. Il s'agit donc de modèle relationnel du SGBD, dont le cadre formel permet de décrire la structure de la table, contenant les données, de façon à éviter la redondance d'informations et de vérifier l'indépendance physique des structures de stockage utilisées.

D'une manière ou d'une autre, la base de données « LITTORAL » a été créée sous ArcGis 9.3 ; Ce dernier offre des fonctionnalités SIG supplémentaires pouvant beaucoup faciliter l'utilisation et la maintenance des données à long terme. Ces fonctionnalités assurent l'intégrité des informations spatiales dans le but d'augmenter l'utilisation des données ; elles contribuent également à l'évaluation du niveau de la fiabilité à conférer aux données pour répondre aux besoins des utilisateurs.

Il semble intéressant dans un premier temps de faire une analyse approfondie des données requises à l'échelle des communes. Cette analyse devrait permettre d'une part, de mettre en évidence les communes à potentialité populaire au vue de la carte des wilayas, et d'autre part, de dégager les secteurs qui nécessitent des compléments d'informations pour permettre d'harmoniser les données suivant une typologie bien précise inspirée de celle des LIMITES_ADMINISTRATIVES_ALGERIE.

L'architecture de l'intégration de l'évaluation de la qualité de la généralisation à un processus est bien décrite d'un point de vue théorique, néanmoins l'auteur n'offre que des pistes dans la définition de ce qui doit être évalué (population, densité, phénomènes naturels, ...) sur la base d'une partition de l'espace.

Bibliographie et Web graphie

Bibliographie

BARD S., 2004. Méthode d'évaluation de la qualité de données géographiques généralisées – Application aux données urbaines. Thèse de Doctorat. Université de Paris 6. Informatique. 206 P.

BELATTAF M., MERADI O. et MOULOUD A., (2011). La GIZC comme outil de DD des espaces littoraux : application à l'espace littoral de la wilaya de Béjaïa - réalités, défis et perspectives - Laboratoire d'Economie et Développement (LED), FSEGC – Université de Béjaïa. *Algérie. 25 p.*

Ben Fadhila M., 2004. Système d'Information Géographique. *Centre d'Information, de Formation, de Documentation et d'Etudes en Technologies des Communications «CIFODE'Com », Tunisie, 43 P.*

Bordin P., 2002. SIG concepts, outils et données. *Edition : Lavoisier, France, 259 P.*

BOUBTANA K. et TAKLIT T., 2012. Contribution à l'étude de l'exploitation de la sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) de la région centre de la côte algérienne. *Mémoire d'ingénieur, spécialité: Halieutique, ENSSMAL-dély brahim (Alger). Algérie, 41 P.*

CCE, 1994. Développement économique et protection de l'environnement des zones côtières. Un guide des pratiques performantes, ENVIREG. Bruxelles.

Chevalier J.J., 1983. Une approche systématique des systèmes d'information du territoire et de leur intégrité. Thèse de Doctorat. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Génie rural. 95P.

Dominique S. et Regis C., 2010. Modélisation conceptuelle des données. Geographic Information Technology Training Alliance (GITTA). *Version 21.6.2010. France. 22P.*

Ecole nationale des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral (ENSSMAL), 2011. GEOINFORMATIQUE, LES SYSTEMES D'INFORMATION. Dély brahim (Alger). *Algérie, 9P.*

Ecole nationale des sciences géographiques (ENSG), 2013. Systèmes d'information géographique : Principes, développements et exploitations logicielles. 77455 Marne la Vallée CEDEX 2 (France). 14P.

FABBRI K. P., 1998. A methodology for supporting decision making in integrated coastal zone management. *Ocean & Coastal Management*, volume 39.

Gilliot J-M., 2000. Introduction aux SIG. Introduction et information spatiale. *DAA AGER Département AGER. Institut National Agronomiques Paris-Arignon, France, 20 P.*

Gilman, J. et al., 2001. Coastal GIS: An integrated system for coastal management. In: Proceedings of the Coast GIS 01, Managing The Interfaces conference, In: The Proceeding of the Coast GIS 01, Managing The Interfaces, Halifax, (Canada). 18-20 June 2001.

Houcine H. et Rédha B., (2010). Pratique des systèmes d'information géographique (S.I.G). Pages bleues Internationales. Raffour 10041 (Bouira). *Algérie. 196 p.*

Institut Atlantique d'Aménagement des Territoires (IAAT), 2003. TERRITOIRE NUMERIQUE : Cahier méthodologique sur la mise en œuvre d'un SIG. *France. 34 p.*

Laboratoire de cartographie appliquée (LCA) - Élisabeth HABERT - IRD – 2000. QU'EST CE QU'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE. *France. 13 p.*

LE TIXERANT Matthieu, 2004. Dynamique des activités humaines en mer côtière : application à la Mer d'Iroise. Laboratoire GEOMER (LETG UMR 6554 CNRS), Institut Universitaire Européen de la Mer. Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Bretagne Occidentale, 4 juin 2004.

Leclaire L., 1972. La sédimentation holocène sur le versant Méridional du bassin Algéro-Baléares (Précontinent Algérien). *Tome XXIV. Edition de Muséum, Paris, France, 391 P.*

LOUIS S., 2006. Cours en ligne réalisé avec le support du *Bureau Caraïbe de l'Agence universitaire de la Francophonie (AUF).*

MADI F., 2009. Apport du système d'information géographique (SIG) pour la modélisation de la couleur des eaux marines (cas : la baie d'Alger). *Mémoire d'ingénieur, spécialité: environnement marin, ENSSMAL-dély brahim (Alger). Algérie, 111 P.*

MENNAD M., (2008). Approche des systèmes d'information géographique (SIG) pour l'analyse spatio-temporelle de la pollution marine des eaux côtières, Application à la baie d'Alger. *Mémoire de Magister En: SCIENCE DE LA NATURE, Spécialité: Océanographie biologique et environnement marin. USTBH-FSB. Algérie. 85 p.*

Quodverte N., (1994). Cartographie numérique et information géographique, Thèse de doctorat, Université d'Orléans. *France.*

Rouet P., 1991. Les données dans les systèmes d'information géographiques, Hermès, Paris.

Sébastien C., (2011). Le littoral : chiffres-clés. Commissariat général au développement durable. 32. 2-35 p.

SEMLALI E., AZON S. and ELARCHI E., 2003. Conception et développement d'un prototype SIG pour la gestion du suivi d'exécution des travaux d'une autoroute. TS8 Geographic Information for Planning. 2nd FIG Regional Conference Marrakech (Morocco). 13P.

SOUDANI K., (2006). Initiation aux Systèmes d'Informations Géographiques sous ARCGIS 9.3 ESRI- Environmental Systems Research Institute. Module Géomatique – Faculté des Sciences d'Orsay. *France.* 35 p.

TCHIOFFO KODJO G., 2008. Conception et réalisation d'une application de webmapping d'analyse territoriale sur des SIG et bases de données open source : cas du territoire camerounais. *Mémoire de Master spécialité : Conception et Management des Systèmes d'Informations.* Complexe Universitaire SIANTOU Yaoundé (Cameroun). 71P.

Tesfazghi Ghebre E., (2005). Modeling, Designing and Developing a Multidisciplinary Geodatabase GIS with the physical Implementation of RDBMS in conjunction with CAD and different GIS applications for the development of Coastal /Marine Environment. Thèse de Doctorat. *Geography Department, Faculty of Sciences, Vrije Universiteit Brussel. Belgium.* 223 p.

Thériault M., 1995. Systèmes d'Information Géographiques, Concepts fondamentaux. Notes et documents de cours N°12, Université de Laval. (QUEBEC).

Web graphie

<http://help.arcgis.com/fr/arcgisdesktop/10.0/help/003n0000000z000000.htm> (Copie d'une structure de géodatabase à l'aide de l'Assistant d'exportation de données dans ArcMap).

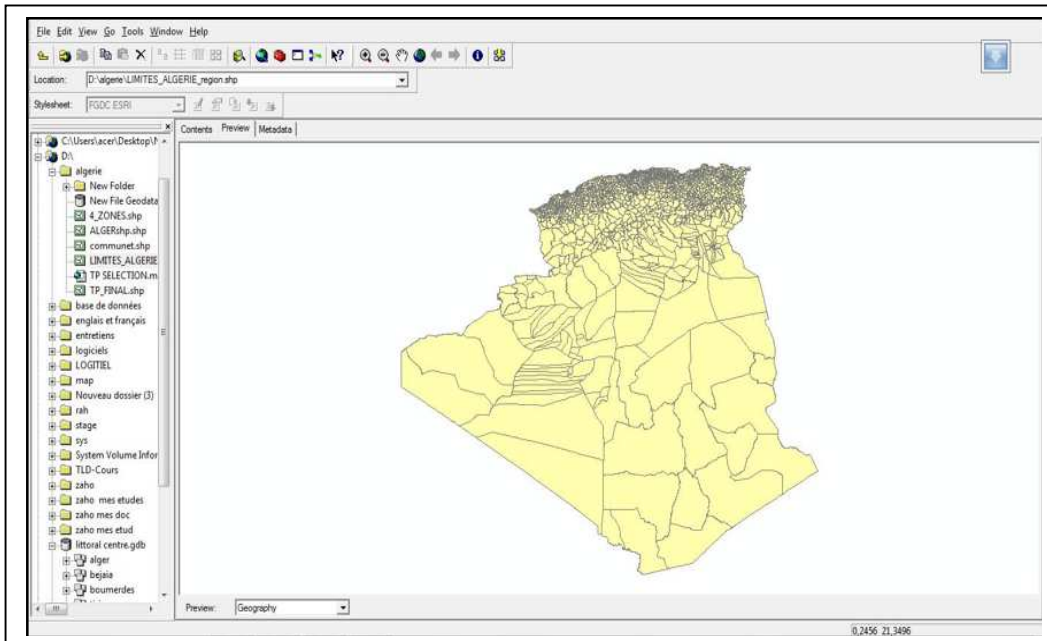
<http://odile.papini.perso.esil.univmed.fr/sources/BDMAT.html> (Introduction aux bases de données - Cours 2 : Modélisation d'une base de données).

[http://www.commentcamarche.net/contents/105-les-modeles-de-sgbd.](http://www.commentcamarche.net/contents/105-les-modeles-de-sgbd) (Les modèles de SGBD).

http://www.ensg.ign.fr/Presentation_SEIG.html (serveur éducatif dédié à l'information géographique).

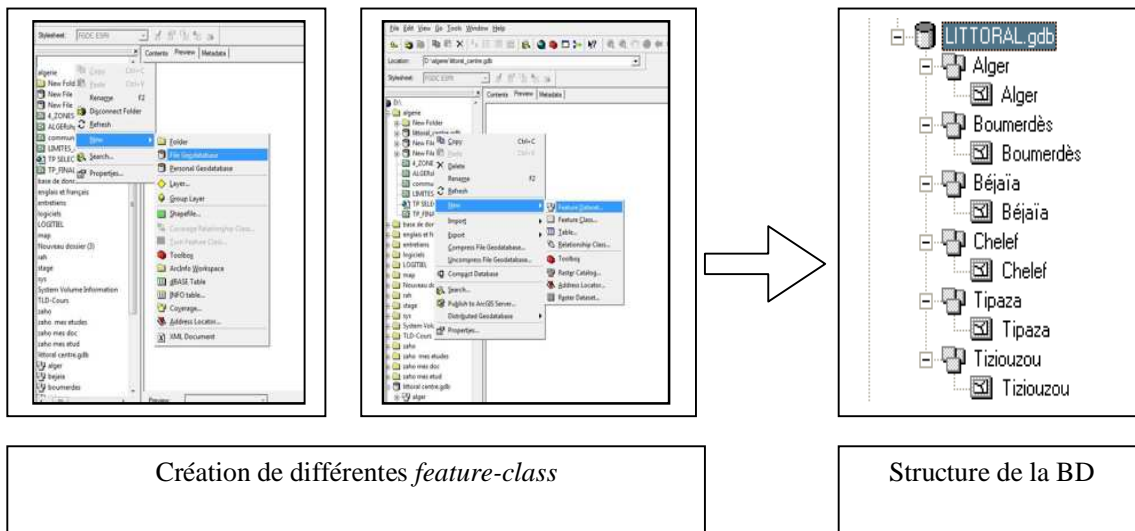
Annexe 1: Création de la base de données

1. Exploration des données sous ArcCatalog



Exploration de la base de données LIMITE_ALGERIE_REGION

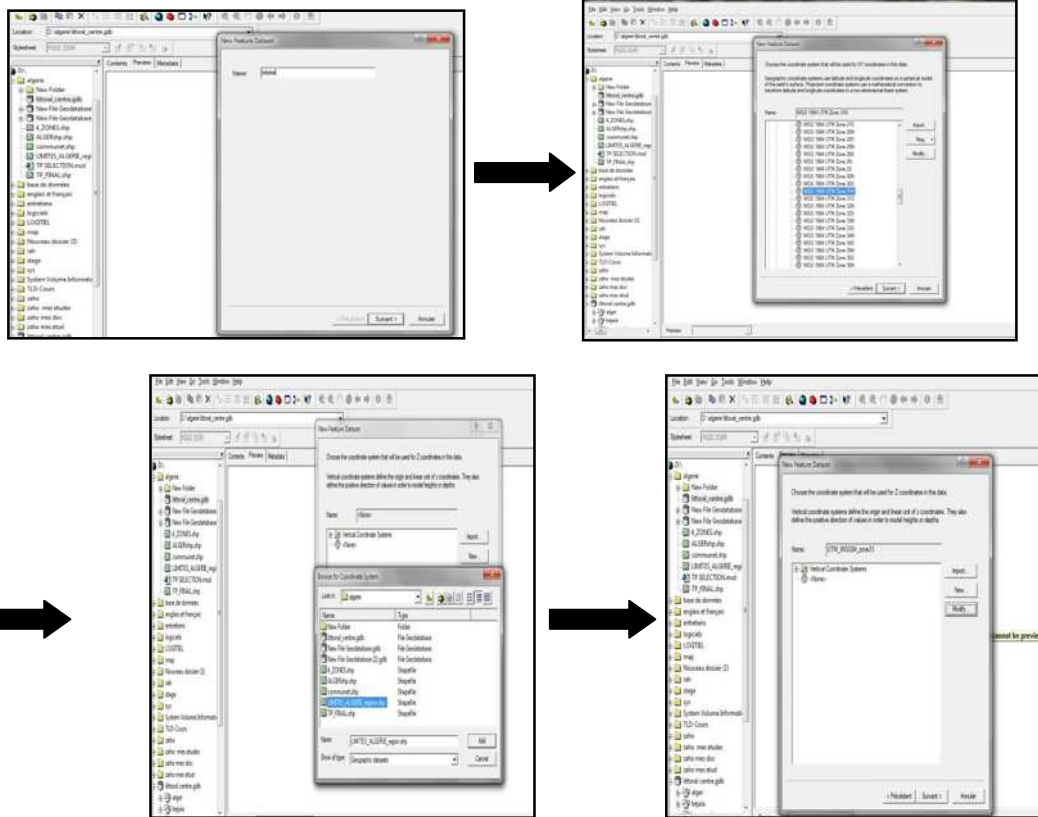
2. Structuration de la base de données « LITTORAL » sous ArcCatalog



Création de différentes *feature-class*

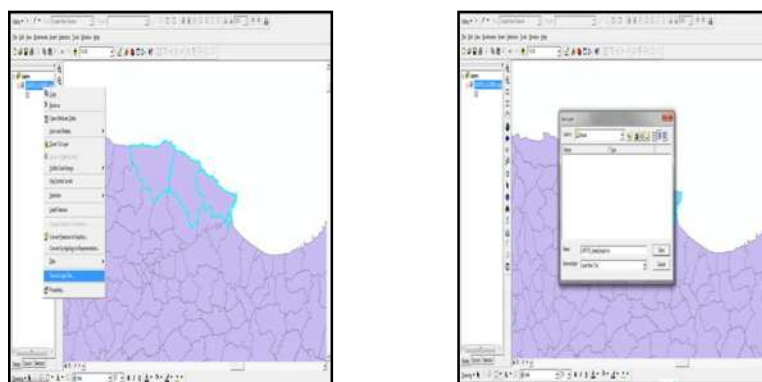
Structure de la BD

3. Géoréférencement des *feature-class*



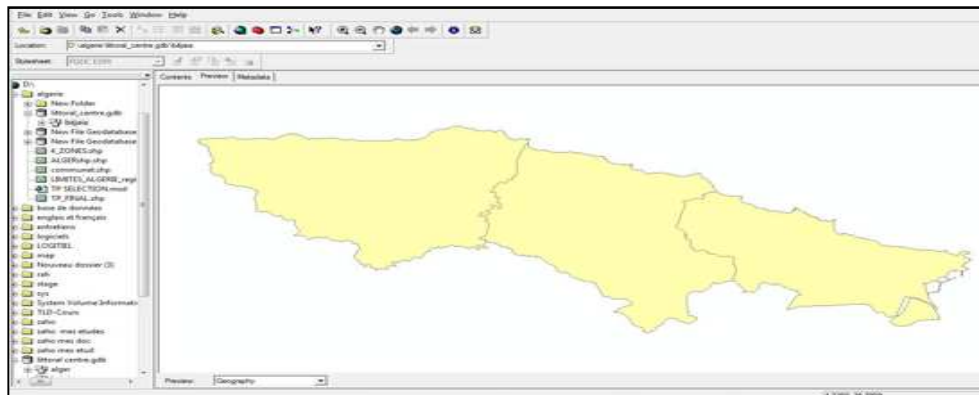
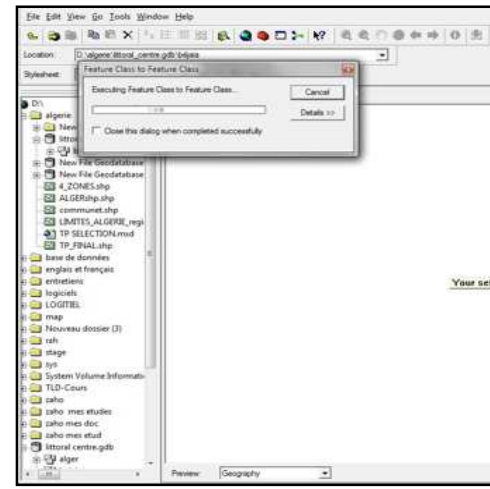
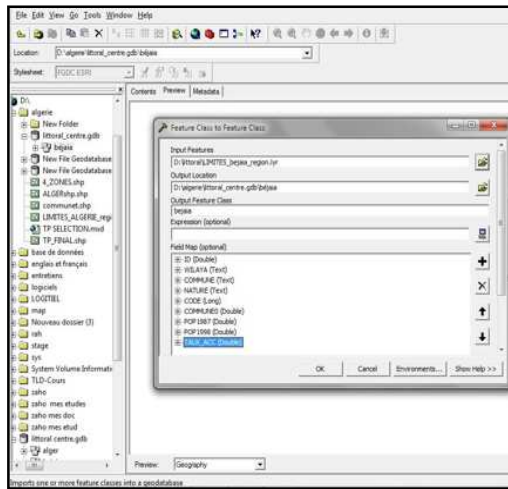
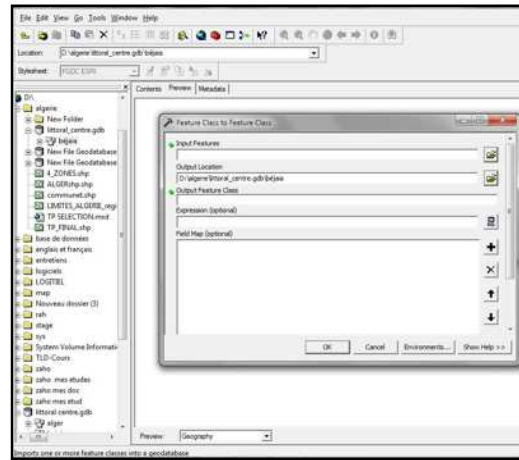
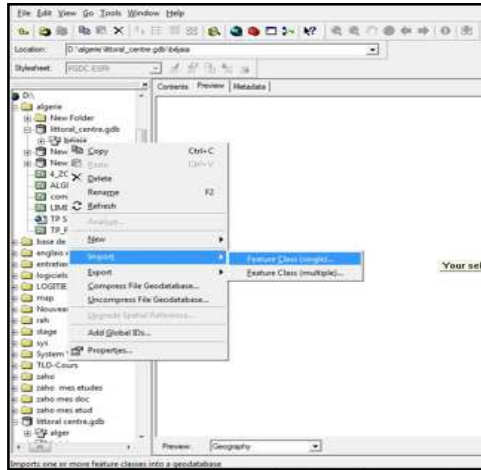
Géoréférencement par le système de projection WGS-84_UTM_zone 31N

4. Création ou extraction des différentes couches *layers* sous ArcMap

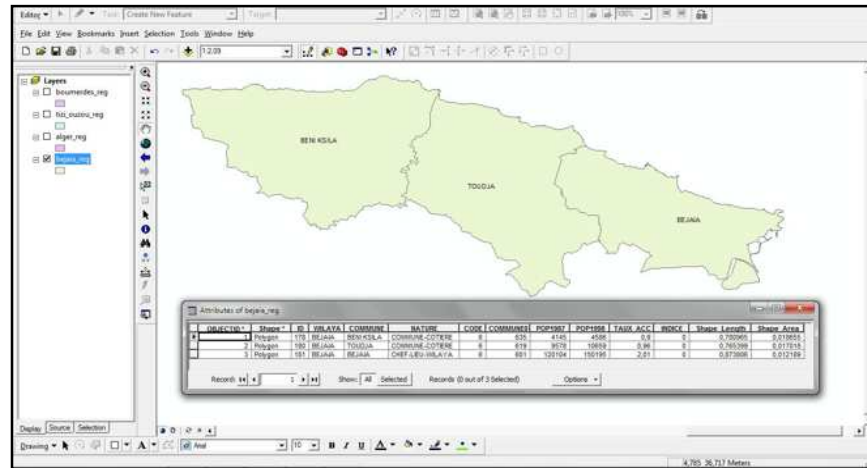


Sélection et enregistrement des couches vecteurs

5. Importation des *layers* à la base de données sous ArcCatalog

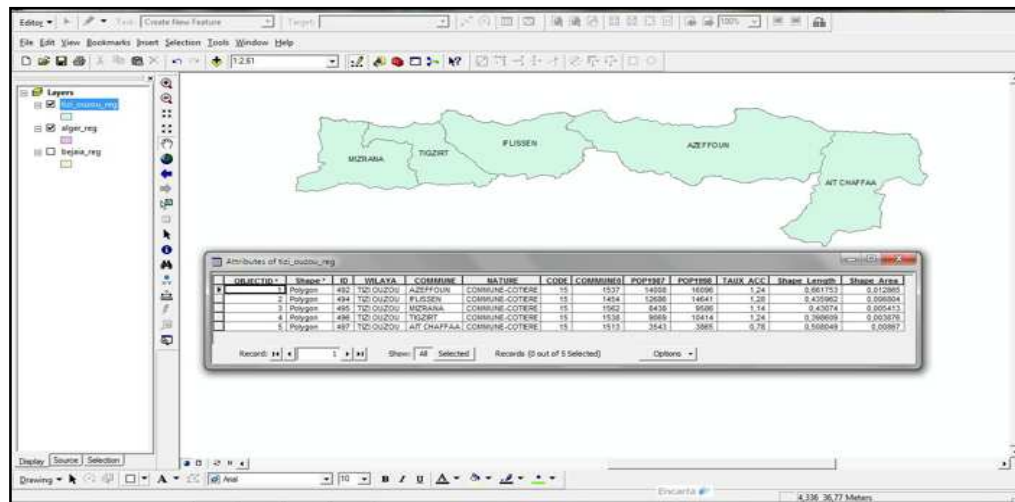


6. Construction de la base de données tabulaire.

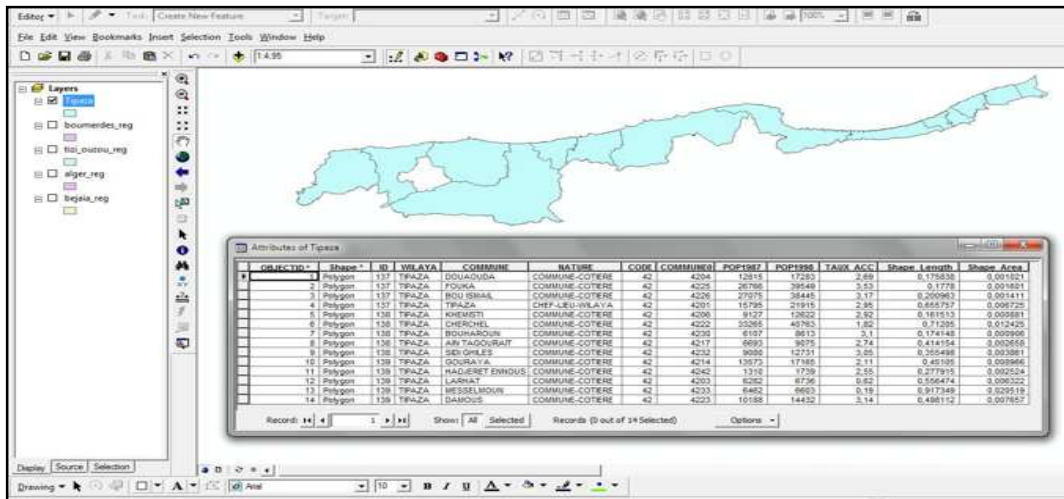


➤ Même procédure pour les autres willayas

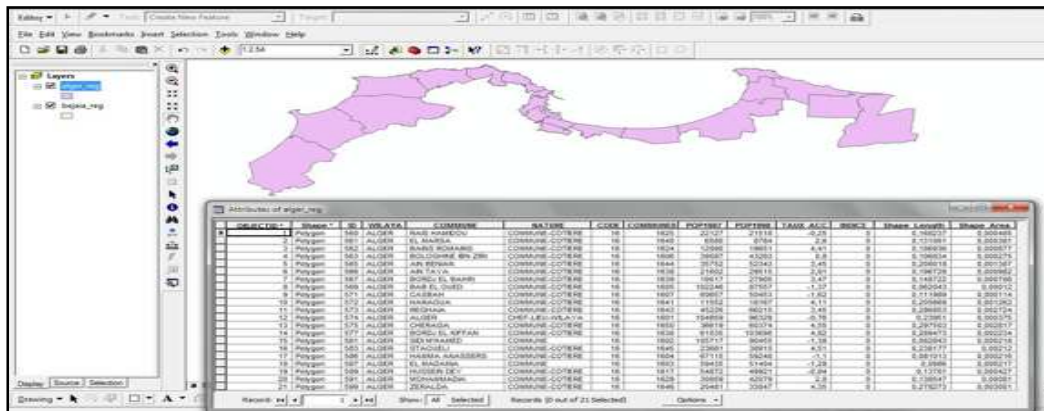
1. Tizi ouzou



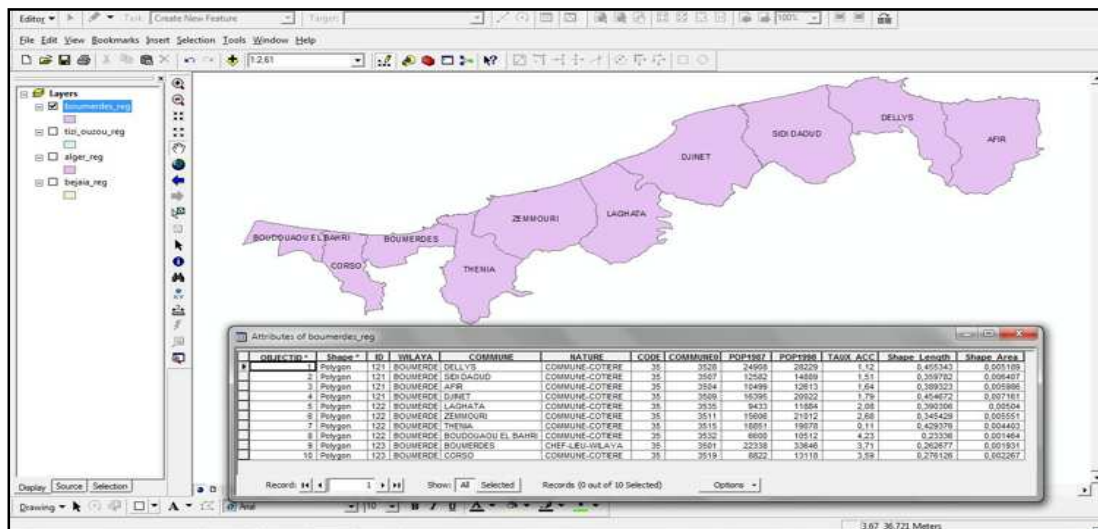
2. BOUMERDES



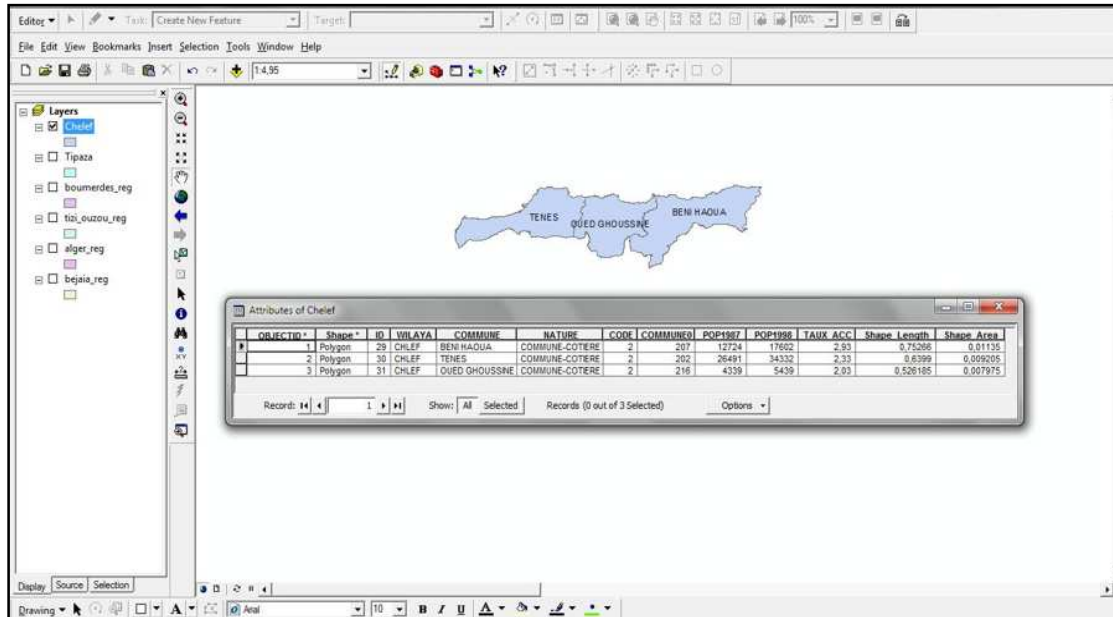
3. ALGER



4. TIPAZA



5. CHLEF



Annexe 2: Base de données "LITTORAL"

COD_WIL	WILAYA	COD_COM	COMMUNE	NATURE	POP1987	POP1998	TAUX_ACC
2	CHLEF	207	BENI HAOUA	COMMUNE-COTIERE	12724	17602	2,93
2	CHLEF	202	TENES	COMMUNE-COTIERE	26491	34332	2,33
2	CHLEF	216	OUED GHOSSINE	COMMUNE-COTIERE	4339	5439	2,03
6	BEJAIA	635	BENI KSILA	COMMUNE-COTIERE	4145	4586	0,9
6	BEJAIA	619	TOUDJA	COMMUNE-COTIERE	9578	10659	0,96
6	BEJAIA	601	BEJAIA	CHEF-LIEU-WILAYA	120104	150195	2,01
15	TIZI OUZOU	1537	AZEFFOUN	COMMUNE-COTIERE	14008	16096	1,24
15	TIZI OUZOU	1454	IFLISSEN	COMMUNE-COTIERE	12686	14641	1,28
15	TIZI OUZOU	1562	MIZRANA	COMMUNE-COTIERE	8438	9586	1,14
15	TIZI OUZOU	1538	TIGZIRT	COMMUNE-COTIERE	9069	10414	1,24
15	TIZI OUZOU	1513	AIT CHAFFAA	COMMUNE-COTIERE	3543	3865	0,78
16	ALGER	1625	RAIS HAMIDOU	COMMUNE-COTIERE	22127	21518	-0,25
16	ALGER	1640	EL MARSA	COMMUNE-COTIERE	6580	8784	2,6
16	ALGER	1624	BAINS ROMAINS	COMMUNE-COTIERE	12090	19651	4,41
16	ALGER	1606	BOLOGHINE IBN ZIRI	COMMUNE-COTIERE	39587	43283	0,8
16	ALGER	1611	BOUZAREAH	COMMUNE	60353	69153	1,22
16	ALGER	1644	AIN BENIAN	COMMUNE-COTIERE	35752	52343	3,45
16	ALGER	1638	AIN TAYA	COMMUNE-COTIERE	21602	29515	2,81
16	ALGER	1639	BORDJ EL BAHRI	COMMUNE_COTIERE	19017	27905	3,47
16	ALGER	1605	BAB EL OUED	COMMUNE-COTIERE	102246	87557	-1,37
16	ALGER	1607	CASBAH	COMMUNE-COTIERE	60657	50453	-1,62
16	ALGER	1641	HARAOUA	COMMUNE-COTIERE	11552	18167	4,11
16	ALGER	1643	REGHAIA	COMMUNE-COTIERE	45226	66215	3,45
16	ALGER	1601	ALGER	CHEF-LIEU-WILAYA	104959	96329	-0,76
16	ALGER	1650	CHERAGA	COMMUNE-COTIERE	36619	60374	4,55
16	ALGER	1630	BORDJ EL KIFFAN	COMMUNE-COTIERE	61035	103690	4,82
16	ALGER	1602	SIDI M'HAMED	COMMUNE	105717	90455	-1,38

16	ALGER	1645	STAOUELI	COMMUNE-COTIERE	23681	38915	4,51
16	ALGER	1604	HAMMA ANASSERS	COMMUNE-COTIERE	67115	59248	-1,1
16	ALGER	1617	HUSSEIN DEY	COMMUNE-COTIERE	54872	49921	-0,84
16	ALGER	1629	MOHAMMADIA	COMMUNE-COTIERE	30859	42079	2,8
16	ALGER	1646	ZERALDA	COMMUNE-COTIERE	20481	33047	4,35
35	BOUMERDES	3528	DELLYS	COMMUNE-COTIERE	24908	28229	1,12
35	BOUMERDES	3507	SIDI DAUD	COMMUNE-COTIERE	12582	14889	1,51
35	BOUMERDES	3504	AFIR	COMMUNE-COTIERE	10499	12613	1,64
35	BOUMERDES	3509	DJINET	COMMUNE-COTIERE	16395	20022	1,79
35	BOUMERDES	3535	LAGHATA	COMMUNE-COTIERE	9433	11884	2,08
35	BOUMERDES	3511	ZEMMOURI	COMMUNE-COTIERE	15606	21012	2,68
35	BOUMERDES	3515	THENIA	COMMUNE-COTIERE	18851	19078	0,11
35	BOUMERDES	3532	BOUDOUAOU EL BAHRI	COMMUNE-COTIERE	6600	10512	4,23
35	BOUMERDES	3501	BOUMERDES	CHEF-LIEU-WILAYA	22338	33646	3,71
35	BOUMERDES	3519	CORSO	COMMUNE-COTIERE	8822	13118	3,59
42	TIPAZA	4204	DOUAOUA	COMMUNE-COTIERE	12815	17283	2,69
42	TIPAZA	4225	FOUKA	COMMUNE-COTIERE	26766	39549	3,53
42	TIPAZA	4226	BOU ISMAIL	COMMUNE-COTIERE	27075	38445	3,17
42	TIPAZA	4201	TIPAZA	CHEF-LIEU-WILAYA	15795	21915	2,95
42	TIPAZA	4206	KHEMISTI	COMMUNE-COTIERE	9127	12622	2,92
42	TIPAZA	4222	CHERCHEL	COMMUNE-COTIERE	33265	40763	1,82
42	TIPAZA	4230	BOUHAROUN	COMMUNE-COTIERE	6107	8613	3,1
42	TIPAZA	4217	AIN TAGOURAIT	COMMUNE-COTIERE	6693	9075	2,74
42	TIPAZA	4232	SIDI GHILES	COMMUNE-COTIERE	9080	12731	3,05
42	TIPAZA	4214	GOURAYA	COMMUNE-COTIERE	13573	17165	2,11
42	TIPAZA	4242	HADJERET ENNOUS	COMMUNE-COTIERE	1310	1739	2,55
42	TIPAZA	4203	LARHAT	COMMUNE-COTIERE	6282	6736	0,62
42	TIPAZA	4233	MESSELMOUN	COMMUNE-COTIERE	6462	6603	0,19
42	TIPAZA	4223	DAMOUS	COMMUNE-COTIERE	10188	14432	3,14