

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE AFRICANE AHMED DRAIA ADRAR
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER II EN INFORMATIQUE

THEME

*Réalisation d'un système d'information géographique
(S.I.G) pour les forages d'alimentation en eau potable
(A.E.P) à travers la wilaya d'Adrar*

Présenté par :

Mr. Djelloul Benatiallah

Mr. Abdelkader Debagh

Encadré par:

Dr. ABDELLAOUI Mustapha

Promotion : 2013

SOMMAIRE

Résumé.....	1
Introduction général.....	2

Chapitre I : Présentation du système d'information géographique SIG

Introduction.....	3
I.1 Définitions	4
I.2 Bref historique des SIG.....	4
I.3 La vocation d'un SIG.....	4
I.4 Les avantages des SIG	6
I.5 Les contraintes des SIG	7
I.6 Les principales composantes d'un SIG.....	7
I.7 Information géographique.....	8
I-7-1 Informations localisées.....	8
I-7-2 Mode de représentation des données.....	13
I.7 .3 Donnée alphanumérique (sémantique).....	20
I.7.4 3ème dimension.....	21
I.7.5 Méta donnée.....	22
Conclusion.....	23

Chapitre II : Etat de l'art sur le SIG

Introduction.....	24
II.1-Fonctionnalités d'un SIG.....	24
II.1-1 Abstraction.....	24
II.1-2 Acquisition.....	25
II.1-2-1 Où trouver de l'information ?	25
II.1-2 -2 Les techniques d'acquisition	26
II.1.3 Archivage.....	28
II.1-3-1 La gestion	28
II.1-3-2 L'environnement de travail	28
II.1-3-3 Analyse.....	28
II.1-3-4 Affichage.....	28
II.2 - Usage des SIG en hydraulique	29
II.3 - Classification des outils SIG	29
II.4- Avancés, axes de recherches et nouveautés	31
II.5- Le S.I.G idéal	32
<u>II.6- Mise en place d'un SIG.....</u>	<u>33</u>
II. 6.1 Initialisation.....	33
II.6-1-1 Réunir les conditions pour la réussite du projet.....	33
II.6.1.2 Etude préalable.....	34
II.6.2 Réalisation.....	36
II.6.2.1 La phase d'acquisition.....	36
II.6.2.2 Mise en œuvre.....	36
Conclusion.....	37

Chapitre III : Cadre de l'étude

Introduction	37
III.1 PRESENTATION DE LA WILAYA D'ADRAR.....	37
III.1.1 CADRE GEOGRAPHIQUE GENERALE.....	37
III.2 Direction de ressource en eau de la wilaya	40
III.2.1 Missions générales	40
III.2.2 Nature générale de forage.....	41
III.2.3 Organisation de la direction des ressources en eau	41
III.2.4 Organigramme DRE	42
III.3 Etablissements ont relation avec l'étude	43

Chapitre IV : Conception et modélisation de système

Introduction.....	45
IV.1. Modélisation du système et description de l'approche UML.....	45
IV.1.1 Modélisation des systèmes d'information	45
IV.1.2 L'approche UML pour la mise en œuvre des systèmes d'information	45
IV.2 Application du l'UML dans notre cas (SIG des forages)	46
2.1 La modélisation UML	46
2.2 Elaboration et description des diagrammes.....	49
2.3 Diagramme des classes	57
IV.3 Réalisation de la base de données	59
3.1 Dictionnaire de données et codification	59
3.2 MODELE CONCEPTUEL DE DONNEE MCD.....	62
3.2.4 Schéma de MCD	65
3.2.5 Passage du MCD au modèle relationnel	66
IV.4 Système de coordonnées (cartographie) et localisation.....	69
4.1 Notion de coordonnées.....	69
4.2 Méthode de transfert de coordonnée Lambert.....	70

Chapitre V : Réalisation et mise en place de la solution

1- Introduction	71
V.2 Objectif	71
V.3 Architecture de travail	71
V. 3-1 La géovisualisation	72
V.3-2 La géodatabase	72
V.3-3 La géoprocessing	72
V.4- Les logiciels SIG	73
V.4-1 Le logiciel ArcView	73
V.4-2 Le logiciel MapInfo	74
4-2-1 La structure des données au format MapInfo	74
4-2-2 Le choix	75
V.5 Les langages de programmations	75
V.5-1MapBasic	76
V.5.2 Le Visuel C++	76
V.5.3 Le choix	76
V.6 Les systèmes de gestion de base de données	76
V.6-1 Oracle	76

V.6.2 SQL server	77
V.6-3 PostgreSQL	77
V.7-Mise au point	77
V.7-1 Traitement sur la carte géographique	77
V.7-2 La séparation en couches	78
V.7-3 La sémiologie.....	78
V.8-La réalisation de l'application	79
V.8-1 La connexion entre Delphi et MapInfo	80
V.8-2 Préparation de l'affichage	80
V.8-3 La création du menu contextuel	82
V.8-4 La création des cartes thématiques	82
V.8-5 Ouvrir un fichier carte	83
V.8-6 Liste des forages	84
V.8-7 Recherche	85
V.8-8 Zoom avant	86
V.8-9 Informations du forage (caractéristique)	87
V.8-10 Mise à jour d'un forage	88
V.8.11. Statistique.....	89
V.8-11.1 Liste des forages réalisés par année	89
V.8-11.2 Débit total de la commune	90
V-8-11-3 Graphe débit de forage.....	91
CONCLUSION GENERALE.....	92

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Liste des abréviations

S.I.G : Système d'Information Géographique

A.E.P : Alimentation en Eau Potable

D.R.E : Direction des Ressources en Eau de la wilaya

ANRH : Agence National des Ressources Hydraulique

A.D.E : Algérienne Des Eaux

MapInfo : Logiciel spécialisé en cartographe

INCT : Institut National de Cartographie et de Télédétection

G.P.S.:Global Positioning System (système de positionnement)

Forage : Un puits de profondeur supérieur à 40 mètre.

ESRI : Environnemental Systems Research Institute

C.I : Continental Intercalaire

Delphi : Langage de programmation

UTM :Universal Transverse Mercator

Liste des figures

Fig I-1 : Vocation d'un SIG

Fig I-2 : Limite de la wilaya d'Adrar

Fig I-3 : Principales composantes d'un SIG

Fig I-4: Représentation de l'objet géographique

Fig I-5: Le géoïde

Fig I-6: L'ellipsoïde

Fig I-7: Différents systèmes de projection

Fig I-8 : Représentation de l'espace en mode Raster

Fig I-9: Photographie aérienne

Fig I-10: Carte scannée

Fig I-11: Image satellitaire

Fig I-12: Image radar

Fig I-13: Objet ponctuel dans le mode vecteur

Fig I-14: Objet linéaire dans le mode vecteur

Fig I-15: Objet surfacique dans le mode vecteur

Fig I-16: 1^{ère} interprétation de la « réalité »

Fig I-17: 2^{ème} interprétation de la « réalité »

Fig I-18 : Topologie de réseau

Fig I-19: Topologie de voisinage

Fig I-20: La photo aérienne a été drapée sur un MNT

Fig I-21: Visualisation d'un projet immobilier à partir d'un MNE

Fig II-1: Modèle Conceptuel de Données

Fig III-1 : Localisation de la zone de réalisation de projet

Fig.III-2 : Carte représenté les 11dairas de wilaya d'Adrar et leur limites

Fig IV-1 : Diagramme des cas d'utilisations

Fig IV-2 : Diagramme d'activité pour use case 'recherche'

Fig IV-3 : Diagramme d'activité pour use case 'sélection'

Fig IV-4: Diagramme d'activité pour use case 'création de carte thématique'

Fig IV-5 : Diagramme d'activité pour use case 'consultation et mise à jour'

Fig IV-6 : Diagramme d'activité pour use case 'évaluation et statistique'

Fig IV-7 : Représentation d'une classe d'objet

Fig IV-8 : Représentation d'une classe d'association

Figure V-1: Architecture de travail

Figure V-2 : L'interface ArcView

Figure V-3: L'interface de MapInfo

Figure V-4: La séparation en couches

Figure V-5: L'interface du logiciel

Figure V-6: Boite de dialogue pour ouvrir un fichier carte

Figure V-7: Liste des forages AEP de wilaya

Figure V-8 : Recherche les forages de la commune d'Adrar

Figure V-9: Vue générale de la carte

Figure V-10: Caractéristique de forage

Figure V-11: Insertion d'un forage

Figure V-12: Statistique des forages réalisés par année

Figure V-13 Statistique de débit total de la commune et la liste des forages non exploités

Figure V-14 Graphe débit de forage

Liste des tableaux

Tab I-1 : Nombre de population de la wilaya

Tab III-1 : la liste des daïras de la wilaya d'Adrar et les communes qui les composent

Tab IV-1 : Objectif des diagrammes structurels.

Tab IV-2 : Explication des données

Tab IV-3 : Codification des données

Tab IV-4 : Conception des classes d'objet.

Tab IV-5 : Conception des classes d'associations.

Tab IV-6 : Description de la méthode.

Fig IV.7 le modèle conceptuelle de donnée MCD

REMERCIEMENTS

Nous commence tout d'abord par remercier **ALLAH** tout puissant pour l'accomplissement de mémoire.

Nous tiens à présenter nous profonde gratitude à Mr le docteur Mustapha ABDELAOUI, notre encadreur pour son suivi et ses conseils, suggestions et critique le long de ce travail.

Nous souhaite également remercier Mr. Nasri Bahous Ingénieur en ANRH pour son soutien.

Nous souhaite désire remercier toutes les enseignants de la faculté.

Nous souhaite désire remercier toutes les employeurs de la direction des ressources en eau et ANRH.

Nos adresse notre vive reconnaissance à Mr le président et les membres du jury.

Nous profonds remerciements vont à toute personne ayant contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

ملخص

في عملنا هذا قمنا بإنجاز نظام المعلومات الجغرافية، وتطبيقها في مجال الموارد المائية ، والمتعلقة بالآبار العميقة للمياه الصالحة للشرب في ولاية أدرار.

يكرس هذا المشروع إلى إنشاء نظام معلومات جغرافي يعتمد على توجيهات ومعلومات مديرية الموارد المائية والجزائرية للمياه والحاجة لاقتناء أداة رسم الخرائط. لذلك يقترح من خلال نظام المعلومات الجغرافية هذا، أداة تمكن من اتخاذ القرارات نضعها تحت تصرف المستخدمين التقنيين لمصلحة حشد الموارد المائية والتزويد بالماء الشروب في الحاضر وفي المستقبل في حالة نقص التزويد بالماء أو لتسجيل عملية جديدة للتزويد بالماء الصالح للشرب وكذلك للتقييم وإجراء إحصائيات دورية .

النتائج المتوقعة من هذا النظام هي أولا مجموعة من الميزات القياسية لاستخراج المعلومات والتحديث والطباعة واستخراج البيانات المكانية ومن ناحية أخرى، عرض تطبيقات خاصة لمعالجة المعلومات المسجلة والحسابات والإحصاءات الجغرافية.

تم تنفيذ هذا المشروع بناء على توجيهات من مديرية الموارد المائية لولاية أدرار والجزائرية للمياه للحصول على درجة الماستر2 في الإعلام الآلي . وذلك في إطار إنجاز نظام المعلومات الجغرافية لآبار المياه الصالحة للشرب في ولاية أدرار بواسطة برنامج MapInfo موجه عبر برنامج دلفي.

كلمات مفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، الجزائرية للمياه، برنامج MapInfo ، دلفي، بئر عميق

RESUME

Notre travail a porté sur la réalisation d'un système d'information géographique (SIG), appliqué au domaine hydraulique, se rapportant aux forages d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Adrar.

Ce projet sera consacré, à la mise en place d'un système d'information géographique basée sur les orientations des services de direction des ressources en eau et algérienne des eaux A.D.E et les besoin en matière d'acquisition d'un outil cartographique. Donc, il s'agit de proposer à travers ce système d'information géographique (SIG), un outil d'aide à la décision qu'on mettra à disposition de gestionnaires des services de la direction afin de gérer un service de mobilisation d'A.E.P en présent et en future en cas de manque de l'eau ou pour inscrire une nouvelle opération de A.E.P ainsi pour donné des statistique de secteur.

Les résultats attendus de ce systèmes sont d'une part une offre de fonctionnalités standards de consultation, de mise à jour et d'édition des données attributaires et géographiques, d'autre part, une offre de fonctionnalités spécifiques traitants les données introduites, les calculs paramétrés et les statistiques.

Le présent projet a été réalisé au niveau de la direction des ressources en eau D.R.E de la wilaya Adrar pour but d'obtenir un diplôme de Master 2 en informatique. Elle rentre dans le cadre de la réalisation d'un système d'information géographique des ressources en eau (Forage AEP) dans la wilaya d'Adrar par logiciel MapInfo piloté par logiciel Delphi.

Mots clés : SIG, ADE, AEP, DRE, Mapinfo, Delphi, Forage

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'eau, dit Or bleu, n'est pas uniquement une matière première renouvelable, elle est limitée et irrégulière, elle n'est pas plus un don du ciel inépuisable et éternellement pure.

Savoir étudier, suivre et gérer cette fortune héritée de la nature n'est pas à prendre à la légère, de mauvaises conséquences toucheront pratiquement toutes les domaines.

Une meilleure suivi et gestion est généralement précédée par une meilleure présentation et planification, apportant ainsi une aide à la décision, sur les mesures en charge, afin d'éviter toutes anomalies, perte ou dysfonctionnement.

Les systèmes d'information géographique (SIG) regroupent différentes méthodes et techniques informatiques, permettant de modéliser, saisir sous forme numérique, stocker, gérer, consulter, analyser, représenter des objets ou des collections d'objets géographiques, avec la particularité essentielle de prendre en compte les caractéristiques spatiales de ces objets au même titre que les attributs descriptifs qui y sont attachés. En fait, la dénomination 'SIG' recouvre une grande variété de réalisations logicielles construites suivant des choix techniques différents, aux fonctionnalités et à performances très diverses.

Les systèmes d'information géographique ont la particularité de faire appel à de nombreux domaines scientifiques et techniques et à de nombreuses méthodes, allant de la géodésie au système de gestion de base de données, en passant par le traitement d'images, l'algorithmique géométrique et l'interpolation géométrique, la statistique, la cartographie automatique, l'analyse spatiale, ...etc. Construire un système d'information géographique sans s'éloigner de la rigueur scientifique est une tâche complexe, aussi bien en termes de définition des concepts, d'organisation fonctionnelle, d'architecture logicielle, d'algorithmique et d'ergonomie.

L'objectif de ce projet de fin d'étude est de construire un système d'information géographique complet et opérationnel, en suivant les principes théoriques de la gestion de données et en les adaptant aux données géographiques, et plus particulièrement aux données concernant le suivi et gestion des forages d'alimentation en eau potable A.E.P de la wilaya d'Adrar.

Dans ce mémoire nous présentons les chapitres suivants :

- Dans le premier chapitre ont fait une présentation du système information géographique SIG à savoir l'historique, composant du SIG et information géographique.
- Au deuxième chapitre état de l'art sur le SIG nous introduisons les fonctionnalités, usage en hydraulique, la mise en place et l'avancé du SIG.
- Au troisième chapitre nous présentant le cadre de l'étude de notre projet et ont donne les caractéristique géographique de la wilaya et détermine la localisation géographique ainsi que les missions et les activités concerné par service de suivie de projet.
- Dans le quatrième chapitre nous présentons la conception et la modélisation de notre projet.
- Au cinquième chapitre la réalisation et mise en place de la solution par la présentation d'une application SIG que nous avons développé.

Nous achevons ce mémoire par une conclusion générale sur la réalisation de projet SIG de notre travail.

ABSTRACT

Our work has focused on the design and implementation of a geographic information system (GIS), applied to the hydraulic field, relating to drinking water supply wells in the wilaya of Adrar.

This project will be devoted to the establishment of a geographic information system based on guidance services management of water resources and water Algerian ADE and the need for the acquisition of a mapping tool. So it is proposed through this geographic information system (GIS), a tool for decision support that will provide managerial services management to administer a mobilization of AEP in present and future in case of lack of water or to register a new transaction for AEP and given statistical area.

The expected results of this system are firstly a range of standard features consultation, updating and editing attribute and spatial data other hand, offer contractors specific features introduced data, calculations parametric simulations and map statistics.

This project was carried out at the direction of the water resources of the DRE Adrar wilaya to obtain a Master's 2 in computer science. It falls within the framework of the implementation of a geographic information system of water resources (Drilling AEP) in the wilaya of Adrar by MapInfo driven Delphi software.

Keywords: GIS, ADE, AEP, DRE, Mapinfo, Delphi, Drilling

Introduction

Les méthodes d'approches traditionnelles de gestion des données environnemental sont devenues de plus en plus inadaptées vu les rythmes des changements des indicateurs (alimentation en eau potable, assainissement, forage, occupation du sol, pluviométrie, etc.). Elles sont lourdes à mettre en œuvre et ne peuvent suivre le rythme des études et suivi des forages, d'où leur relative inefficacité.

Afin de combler cette déficience, l'utilisation des nouveaux outils d'investigation tels que la télédétection, la cartographie numérique et les techniques des systèmes d'information géographiques est nécessaire. Ces dernières sont particulièrement bien adaptées aux problèmes des ressources en eau et la cartographie des champs d'inondation et d'érosion. Par suite de la complexité de la modélisation des données nécessaires à la gestion du monde réel, il est important de stratifier ce monde afin de garantir une efficacité à sa gestion.

Chapitre I

Présentation du système d'information

géographique S.I.G

I.1 Définitions :

Les systèmes d'information géographique tirent leur spécificité des liens qu'ils établissent entre informations caractéristiques des composants d'un territoire et ce territoire.

La définition de chacun des composants, système d'information et information géographique contribue à en préciser le contour :

- Système d'information : ensemble de composants inter reliés qui recueillent de l'information, la traitent, la stockent et la diffusent à fin de soutenir la prise de décision et le contrôle au sein de l'organisation.

- Information géographique : L'information est dite géographique lorsqu'elle se rapporte à un ou plusieurs lieux de la surface du globe terrestre. Cette information possède la caractéristique d'être localisée, repérée ou géocodée.

Un système d'information géographique a donc comme finalité de renseigner sur un territoire en localisant les informations pour aboutir à un processus de décision.[Esri,11]

D'autres organismes définissent les SIG comme un système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçu pour permettre, la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion. [Toua,05]

A l'heure actuelle, il y a plusieurs, concepts d'information géographique. Dans l'espace francophone, on a en effet préféré se démarquer du terme anglo-saxon GIS (Geographic Information System) en proposant ses propres appellations, relativement équivalentes, pour des raisons techniques ou commerciales :

- Système d'Information Environnementale à Référence Spatiale (SIERS),
- Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS),
- Système d'Information et d'Aide à la Décision (SIAD),
- Système d'Aide à la Décision spatiale (SADS),
- Système de géo management,
- Système d'Information sur le Territoire (SIT).
- Système d'Information Localisée (SIL).

I-2 Bref historique des SIG [Houci,11]

Pendant les années 60 et les années 70, de nouvelles pratique accordèrent une place croissante à l'utilisation des cartes pour la gestion des ressources naturelles, Suite à la prise de conscience de l'interrelation entre les différents phénomènes qui se déroulent à la surface de la terre, la nécessité de développer des outils de gestion global et pluridisciplinaire, s'est rapidement imposée.

A la fin des années 70, la technologie de cartographie assistée par ordinateur avait fait néanmoins de grands progrès, avec la disponibilité de plus d'une centaine de système sur le marché. En parallèle, de nouvelles techniques se développaient dans des domaines proches : pédologie, hydrographie, topographie, photogrammétrie et télédétection. Le rythme soutenu du développement de ces nouvelles techniques, ainsi que l'absence de maturité de ce secteur s'est traduit dans un premier temps par la duplication d'efforts, dans les disciplines proches sans une réelle concertation. Mais au fur et à mesure que les systèmes se multipliaient et que l'expérience se gagnait, le potentiel de lien entre les processus différents de traitement des données spatiales émergeait. C'est ainsi que naissait un nouveau domaine : celui des systèmes d'information géographique, universelle utilisé de nos jours.

Au début des années 80, alors que l'information devenait à la fois sophistiqué (par la miniaturisation et l'augmentation des capacités de calcul), et plus populaire (par l'apparition des ordinateurs à des prix abordables), les SIG profitaient de cette généralisation des plateformes informatiques. Aujourd'hui, les SIG sont utilisés par tous les acteurs de l'aménagement du territoire.

I-3 La vocation d'un SIG[Houci,11]

Rassembler au sein d'un outil informatique des données divers.

Localisées dans le même espace géographique, relatives à la terre et à l'homme, à leurs évolutions respectives.

La finalité d'un SIG est l'aide à la décision

La complexité du monde réel est si grande que l'on crée des modèles de la réalité qui ne sont que des représentations de cette complexité du monde réel.

Le contenu d'une base de données (BD) à référence spatiale présente donc une vue partielle du monde (représentation particulière)

Les mesures et les échantillons de la base de données doivent représenter le monde de manière aussi exhaustive et consistante que possible.

- Un SIG centralise un très grand nombre d'information
- Un SIG facilite l'accès à ces informations.
- Un SIG permet de mieux gérer toutes sortes d'enjeux.

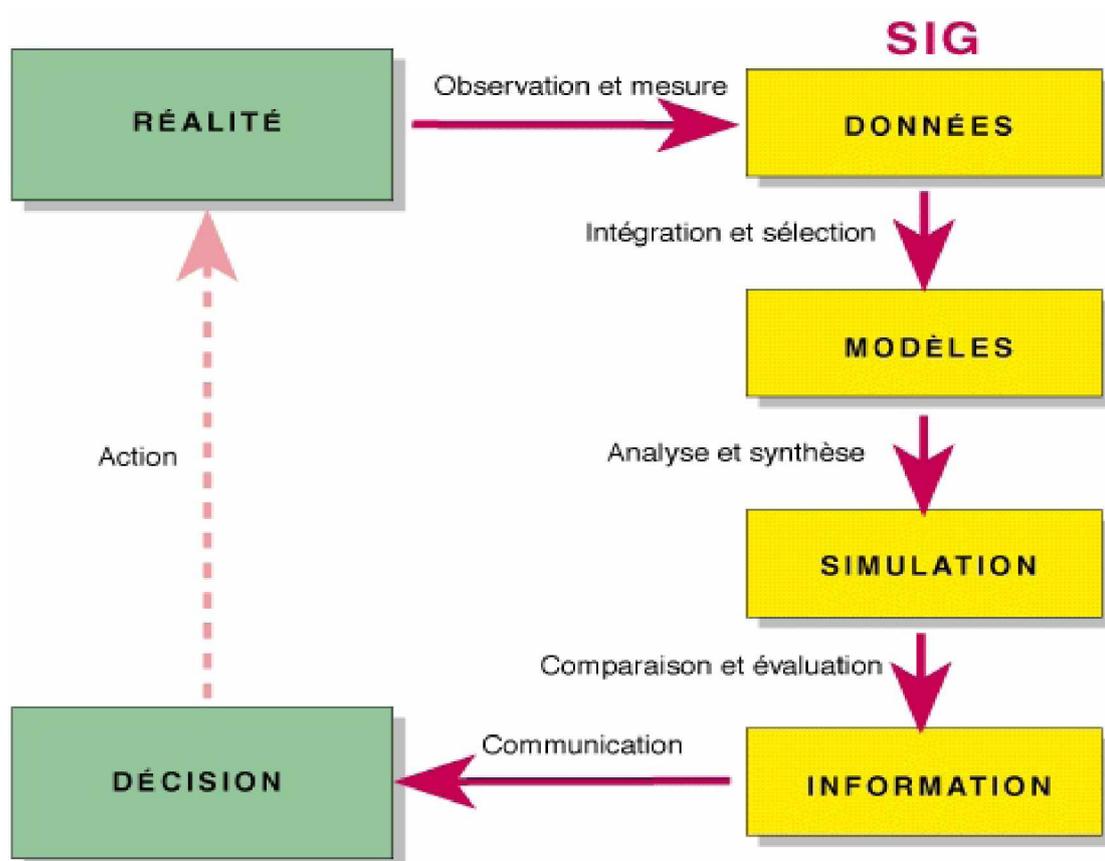
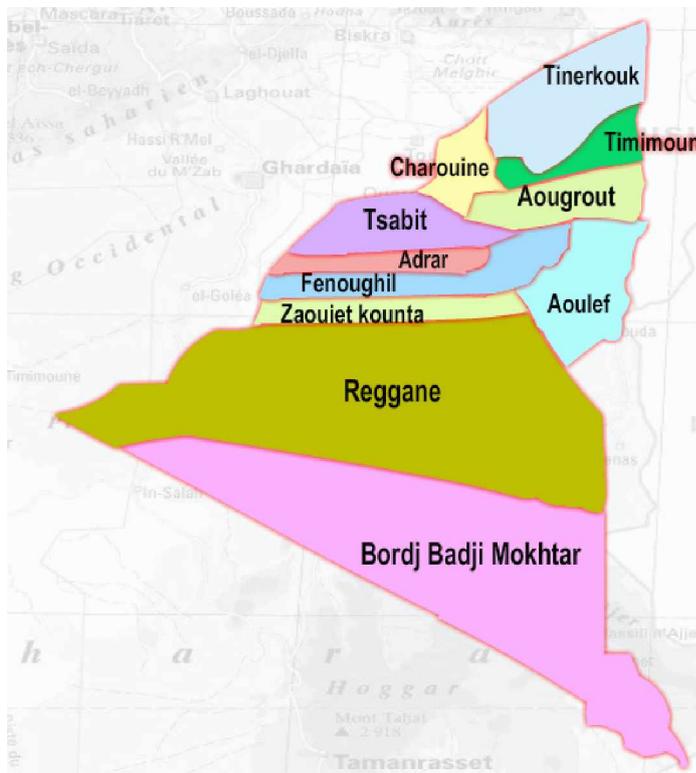


Fig I-1

Le SIG comprend deux types de données intimement liées :

- Données géographiques (spatiales)



Information Graphique

Fig I-2: Limite administratives W.ADRAR

Information Sémantique

L'aspect sémantique : donne une description dans différents champs et attributs.

L'aspect graphique : qui est le contour de l'objet localisé géographiquement

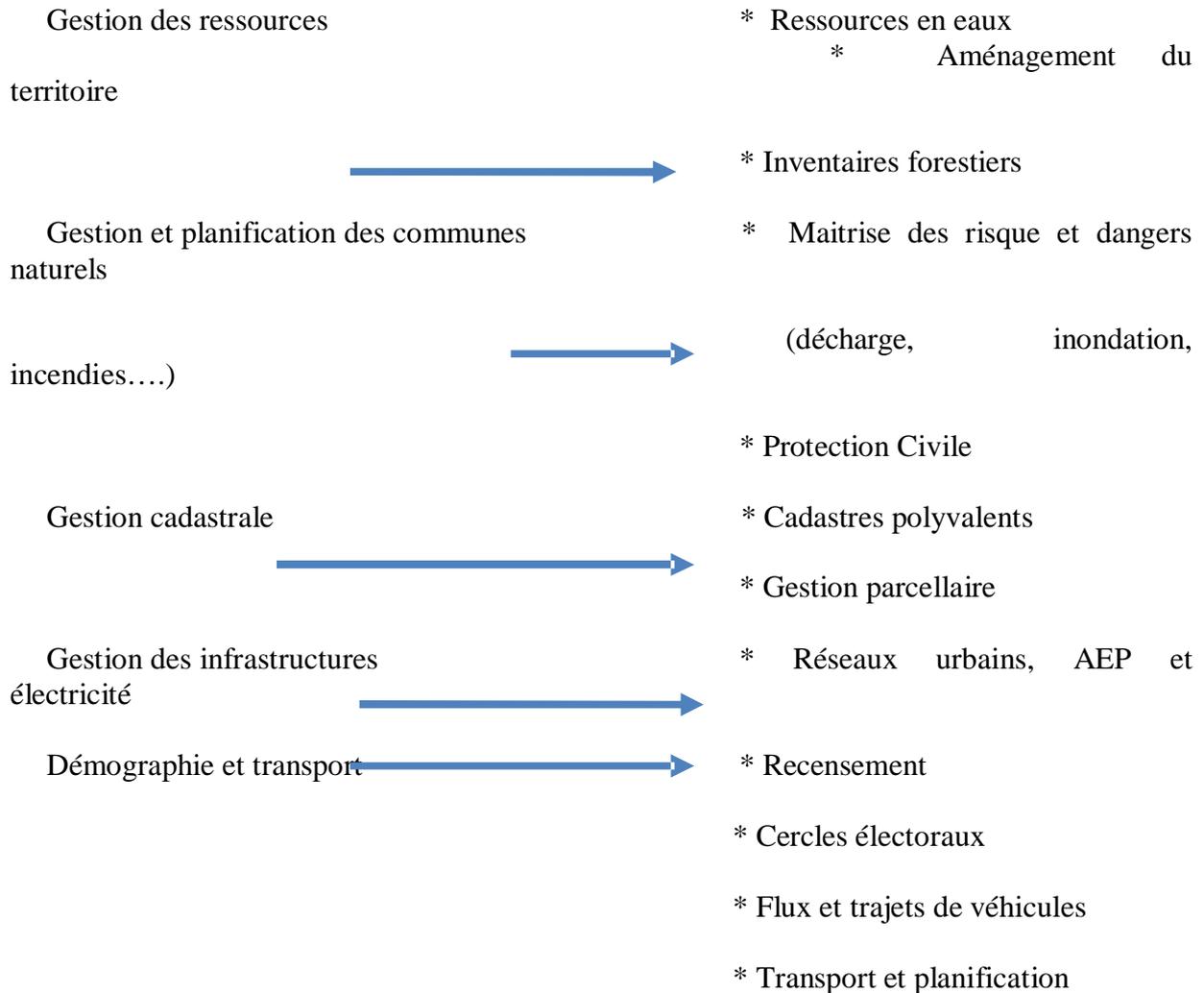
Données d'attribut (descriptives)

Population 2008 :	584 955
Nombre de Daïra :	11
Nombre de Communes :	28
Urbaines :	03
Rurales :	25

DAIRA	Nombre de communes	Population
ADRAR	3	76 096
FENOUGHIL	3	28 532
REGGANE	2	29 632
BORDJ BADJI MOKHTAR	2	15 705
AOULEF	4	47 355
TIMIMOUN	2	40 429
TSABIT	2	16 072
AOUGROUT	3	28 277
TINERKOUK	2	19 636
CHAROUINE	3	29 958
ZAQUIET KOUNTA	2	33 301

Tab I-1

Les SIG utilisés pour gérer et étudier une gamme très diversifiée de phénomènes et de réseaux de phénomènes :



I.4 Les avantages des SIG :

- Capacité et fiabilité de stockage.
- Rapidité de restitution des données (gain de temps).
- Intégration et combinaison de données de sources différentes
- Précision des processus cartographiques.
- Facilité de mise à jour (Outils de suivi).
- Analyse des relations spatiales (Intégration, requête spatiale, Combinaison et superposition de carte)
- Production de carte (bon rapport qualité/ prix).

I-5 Les contraintes des SIG :

- Le manque de personnel spécialisé et compétant.
- Cout élevé et problèmes techniques pour l'acquisition des données fiables.
- Non standardisation des formats de données.
- Nécessité d'une mobilisation contenue des acteurs.

I-6 Les principales composantes d'un SIG : [Louis,03]

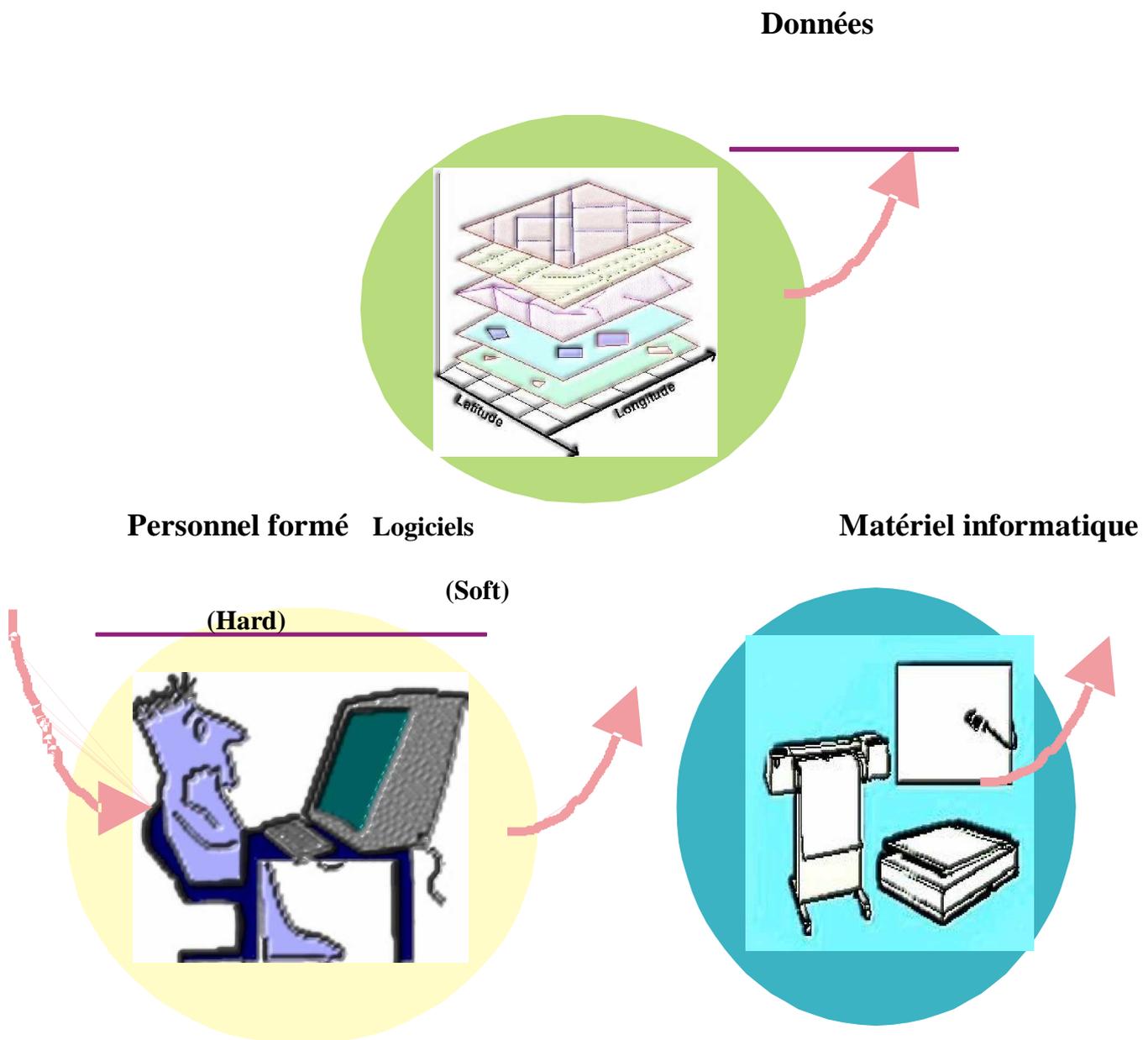


Fig I-3

Un SIG comporte au moins sept composantes :

- ∅ Une base de données à caractère spatiale et thématique
- ∅ Un système de représentation cartographique.
- ∅ Un système de saisie numérique.
- ∅ Un système de la base de données géographique
- ∅ Un système d'analyse spatiale.
- ∅ Un système de traitement d'images.
- ∅ Un système d'analyse statistique

I-7 Information géographique [Toua,05]

I-7-1 Informations localisées

I-7-1-1 Objet géographique

Il est à la base du SIG, et est le support d'autres données et / ou le référentiel permettant de positionner d'autres objets.

La donnée est géographique dès lors qu'elle est localisable directement par des coordonnées, ou indirectement par des données littérales de type adresse, numéro de commune, numéro de borne kilométrique, code postal, numéro de parcelle cadastrale, ...etc



Fig I-4: Représentation de l'objet géographique

La question qui reste à poser, l'information est localisée sur quoi ?

I-7-1-2 Coordonnées terrestres

La terre est une sphère, mais une sphère imparfaite :

Le Géoïde est la forme théorique qui se rapproche le plus de la surface réelle de la terre c'est-à-dire le niveau moyen des mers. Il sert de référence pour déterminer les altitudes.

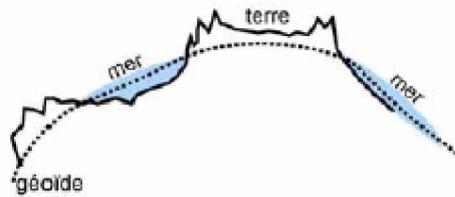


Fig I-5: le géoïde

L'ellipsoïde est la surface mathématique qui se rapproche le plus de la forme du géoïde ; grâce à ce dernier, on peut calculer les coordonnées géographiques en « longitude » et en « l'altitude ».

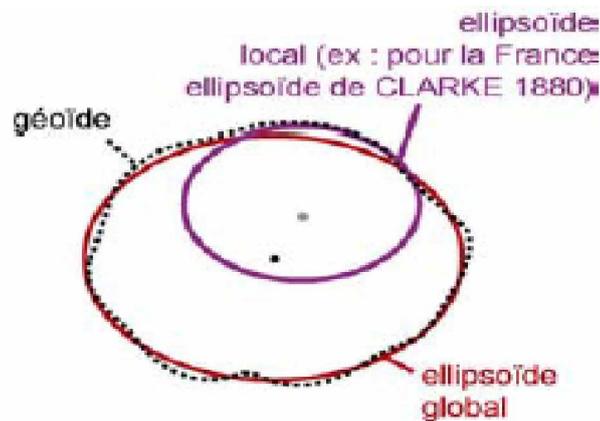


Fig I-6: L'ellipsoïde

Le procédé mathématique qui permet le passage de l'ellipsoïde au plan se nomme : système de représentation plane ou système de projection.

Cette transformation ne va pas sans déformation (linéaire, surfacique, angulaire)

Classement des projections d'après les altérations

- La déformation linéaire : aucune projection ne conserve sur la carte toutes les longueurs.
- La déformation angulaire : les projections conformes conservent les angles au détriment des surfaces. Elles sont utilisées pour des données à grande échelle de type topographiques.
- La déformation surfacique : les projections équivalentes conservent les surfaces mais pas les angles. Elles sont utilisées pour le cadastre et pour des données à petite échelle.

Les projections dites aphyllactiques ne conservent ni les angles ni les surfaces mais sont un compromis compensant au mieux les altérations, utilisées pour les représentations de type planisphère.

Classement des systèmes d'après la surface de projection

Projection azimutale, conique, cylindrique. Elle peut être tangente ou sécante, directe, transverse ou oblique.

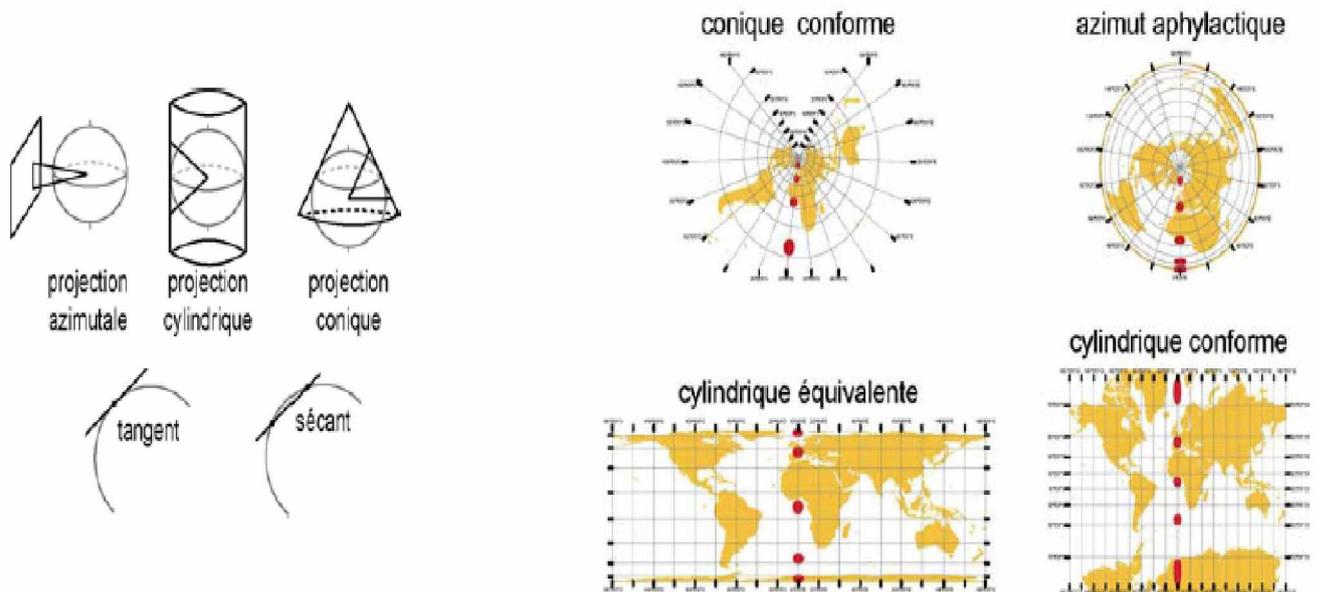


Fig I-7: Différents systèmes de projection

La projection légale en Algérie est la projection Lambert voiroil de type 1960 de l'ellipsoïde clarck 1880. Elle a été définie pour le système géodésique nord Sahara. Ou la projection UTM (Universal Transverse Mercator) de l'ellipsoïde clarck 1880.

I-7-1-3 Géo-référencement

Les données produites par la télédétection et la saisie directe doivent être modifiées pour correspondre parfaitement au modèle et au référentiel géodésique. A cet effet, le SIG possède des fonctions de déformation qui permettent, à partir du recalage d'une partie des informations sur des points d'appui, de recalculer l'ensemble de l'image. Le géo-référencement se décompose en une déformation de l'image et un rééchantillonnage de celle-ci.

I-7-1-4 Notion d'échelle

L'échelle est le « rapport existant entre une longueur réelle et sa représentation sur la carte », « rapport entre les dimensions ou distances marquées sur un plan avec les dimensions ou distances réelles ».

La donnée numérique et les outils de zoom des logiciels permettent une grande liberté dans les échelles de visualisation de la donnée.

Avec les SIG, on parle plutôt d'échelle d'utilisation, c'est à dire le ratio entre l'échelle à laquelle la donnée a été numérisée et les limites de son exploitation.

I-7-2 Mode de représentation des données [ESRI, 07]

I-7-2-1 Mode « Raster »

Donnée où l'espace est divisé de manière régulière en ligne et en colonne; à chaque valeur ligne / colonne (pixel) sont associées une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de l'espace. Chaque pixel porte une information identifiant sa couleur et l'entité à laquelle il est rattaché. Ainsi une ligne ou une surface sont elles-mêmes définies par l'ensemble des pixels contigus dont la valeur de rattachement est identique. Plusieurs couches d'information composées de pixels peuvent être superposées représentant chacune un thème particulier.

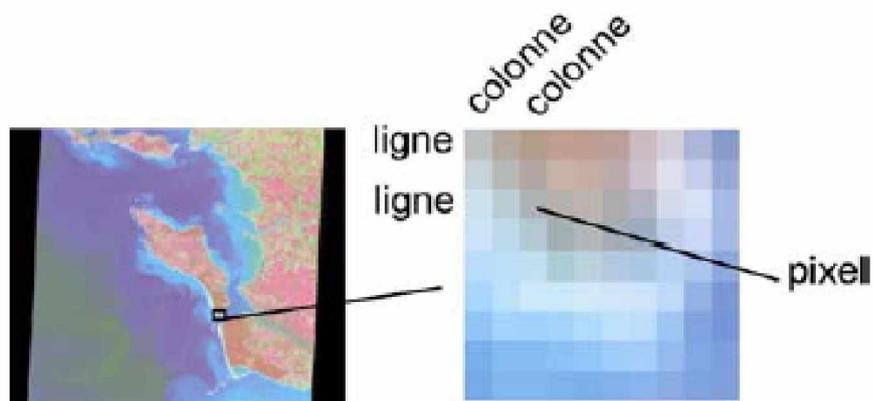


Fig I-8 : Représentation de l'espace en mode Raster

Il existe plusieurs sources de données qui fournissent l'information géographique en mode Raster.

I-7-2-2 Photo aérienne

La photo est la base de nombreuses données géographiques. A partir d'appareil photo ou de caméra aéroportée (avion, ballon, ...) il est possible d'avoir de nombreux détails de la surface de la terre. Elle peut être :

- Scannée,
- Numérique (directement intégrable sur un disque dur),
- Ortho rectifiée (corrigée des déformations d'échelle dues aux différentes altitudes, à l'assiette de l'avion. Le résultat sera une ortho photographie)

La précision de la photo aérienne dépend de la dimension du plus petit détail visible (notion de résolution).



Fig I-9: Photographie aérienne

I-7-2-3 Plan scanné ou carte scannée

C'est la représentation d'une information déjà interprétée. Ceci montre ses limites. Par contre, la carte scannée est un bon référentiel visuel car elle est souvent issue de carte papier destinée au grand public (Carte au 25 000ème de l'INCT, plan cadastral, carte routière).



Fig I-10: Carte scannée

I-7-2-4 Image satellitaire

Image issue de capteurs embarqués dans des satellites d'observation placés sur des orbites de 500 à 36000 km d'altitude. L'image représente le rayonnement solaire réfléchi par les objets au sol dans le domaine visible ou proche infrarouge. Elle doit subir plusieurs traitements radio métriques et géométriques avant d'être utilisable dans un SIG. Cette source de donnée sera bien développée dans la partie concernant la télédétection.

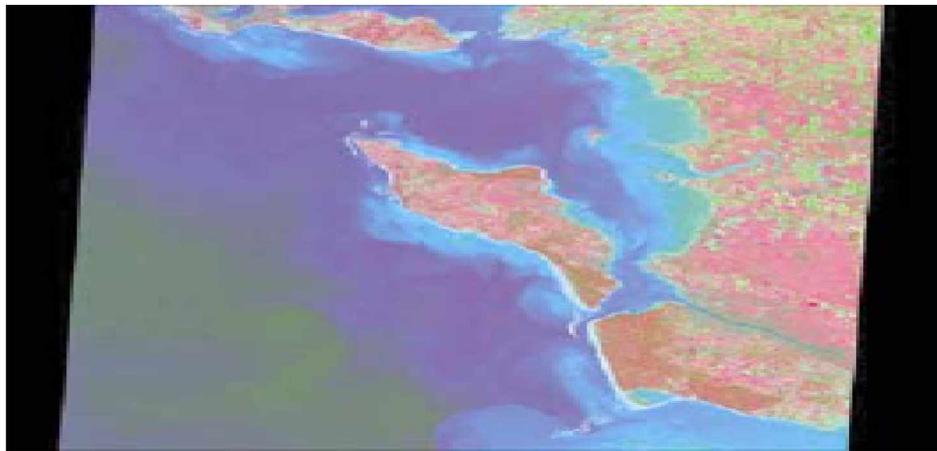


Fig I-11: Image satellitaire

I-7-2-5 Image satellitaire radar

Image enregistrée par des capteurs embarqués dans des satellites d'observation, elle représente la réponse du sol à l'onde envoyée par le capteur (principe du flash ou du sonar).



Fig I-12: Image radar

1-7-2-6 Mode « vecteur »

Pour représenter les objets à la surface du globe, les SIG retiennent trois primitives de base qui permettent de recomposer la géométrie des objets qui sont le point, la ligne et la surface.

1-7-1-1 Le point

L'objet le plus simple, un objet ponctuel sera localisé par un seul triplet de coordonnées. Il peut représenter à grande échelle des arbres, des bornes d'incendie, des collecteurs d'ordures, Mais à des échelles plus petites de type carte routière au 1/1 000 000ème, il représente une capitale régionale.

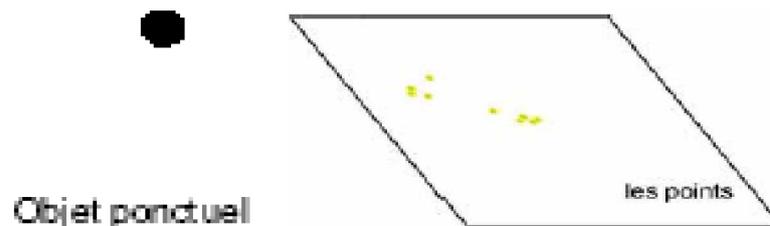


Fig I-13: Objet ponctuel dans le mode vecteur

1-7-1-2 La ligne

Un objet linéaire est une suite cordonnée de points. Chaque point est relié au suivant par un segment de ligne définie mathématiquement. La ligne représente les réseaux de communication, d'énergie, hydrographiques, d'assainissement,....etc. Elle peut être fictive, en représentant l'axe d'une route, ou virtuelle en modélisant des flux d'information, d'argent,etc



Fig I-14: Objet linéaire dans le mode vecteur

1-7-1-3 La surface

Un objet surfacique est défini comme étant l'intérieur de son contour. Il est donc délimité par un objet linéaire fermé sur lui-même. On peut par extension définir des spécialisations d'objet surfacique. Par exemple un objet surfacique à trou est défini comme un objet surfacique dont une partie intérieure est délimitée par un objet linéaire fermé. Elle peut matérialiser une entité abstraite comme la surface d'une commune ou des entités ayant une existence géographique comme une forêt, un lac, une zone bâtie, ...

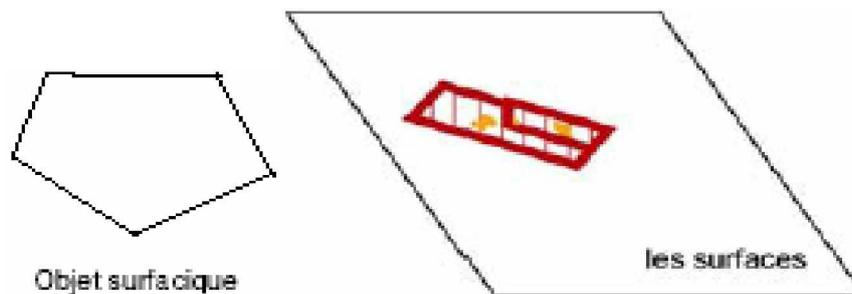


Fig I-15: Objet surfacique dans le mode vecteur

1-7-1-4 Modèle de représentation des données vecteur

Il existe deux types de modèle :

- Le modèle métrique ou spaghetti
- Le modèle topologique.

1-7-1-5 Modèle métrique (spaghetti)

Ce modèle est utilisé par les logiciels de dessin ou de conception assisté par ordinateur (DAO ou CAO). Chaque objet, segment ou polygone est indépendant l'un de l'autre ce qui ne permet pas de décrire la réalité mais de la dessiner.

On voit souvent dans les fichiers mal structurés des problèmes additionnels :

- Des chevauchements ou des interstices parmi les polygones adjacents,

- Des boucles dans les lignes ou les contours de polygones,
- Des dépassements ou des raccords manqués entre lignes,
- Des polygones non fermés.

Soit chaque segment est décrit indépendamment l'un de l'autre (voir figure) : le segment S1 a pour sommets A et B qui sont décrits par deux coordonnées chacun, le segment S2 a pour sommets B' et C,

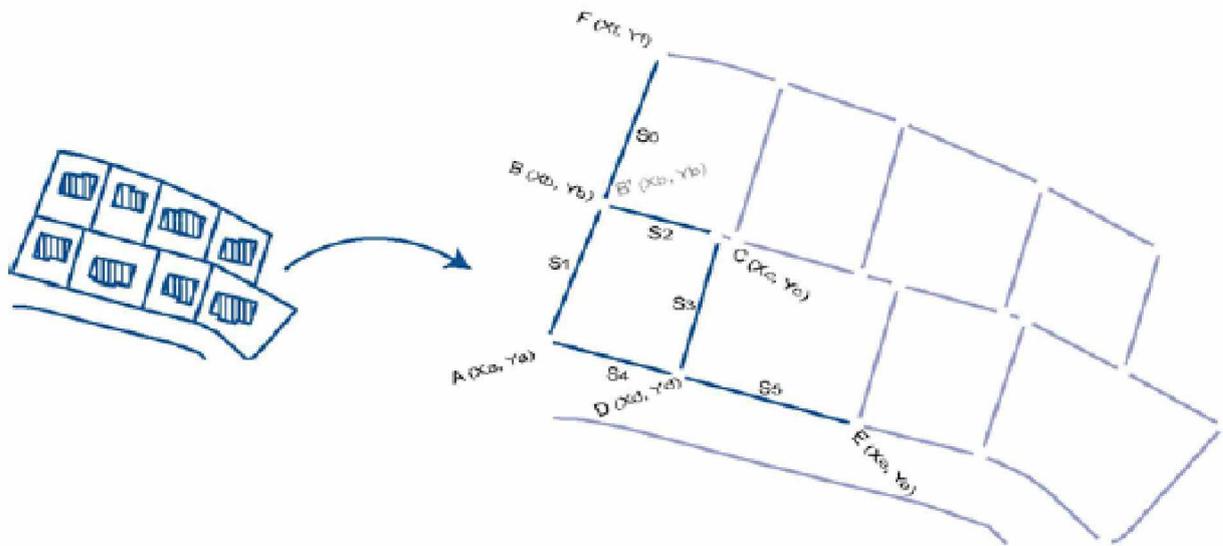


Fig I-16: 1^{ère} interprétation de la « réalité »

Soit les objets sont décrits par polygones (voir figure qui suit) : le polygone P1 est constitué de quatre sommets A, B, C et D qui sont décrits par deux coordonnées chacun. Le polygone P3 est aussi constitué de quatre sommets mais dont deux (C' et D') se superposent avec les sommets C et D du polygone P1.

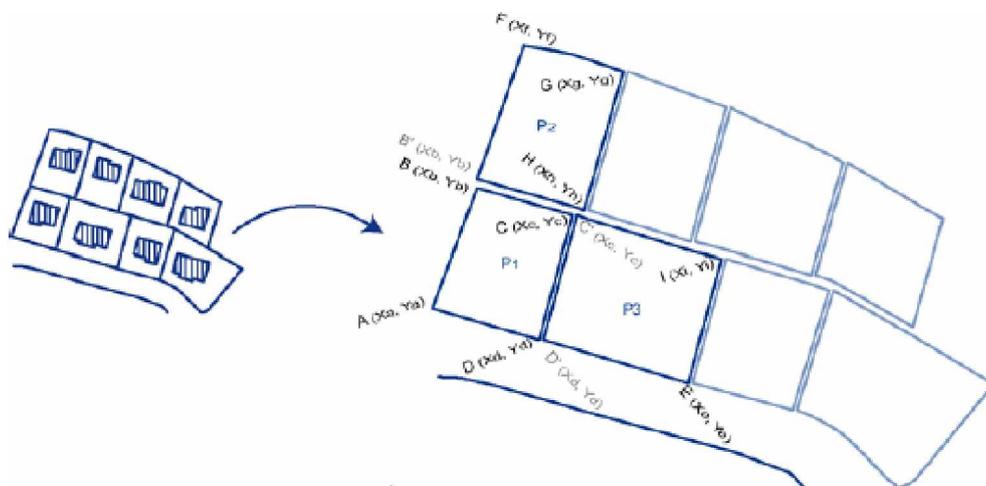


Fig I-17: 2^{ème} interprétation de la « réalité »

1-7-1-6 Modèle topologique

Il existe deux niveaux topologiques :

- La topologie de réseau, décrit la relation entre des ensembles linéaires (polygones) par leurs extrémités qui sont les nœuds. Chaque arc possède un nœud de départ et un nœud d'arrivée permettant de connaître la relation entre deux arcs, ainsi que son sens (figure ci-après). A partir de ces éléments nous pouvons calculer des itinéraires, des zones d'attractivités,

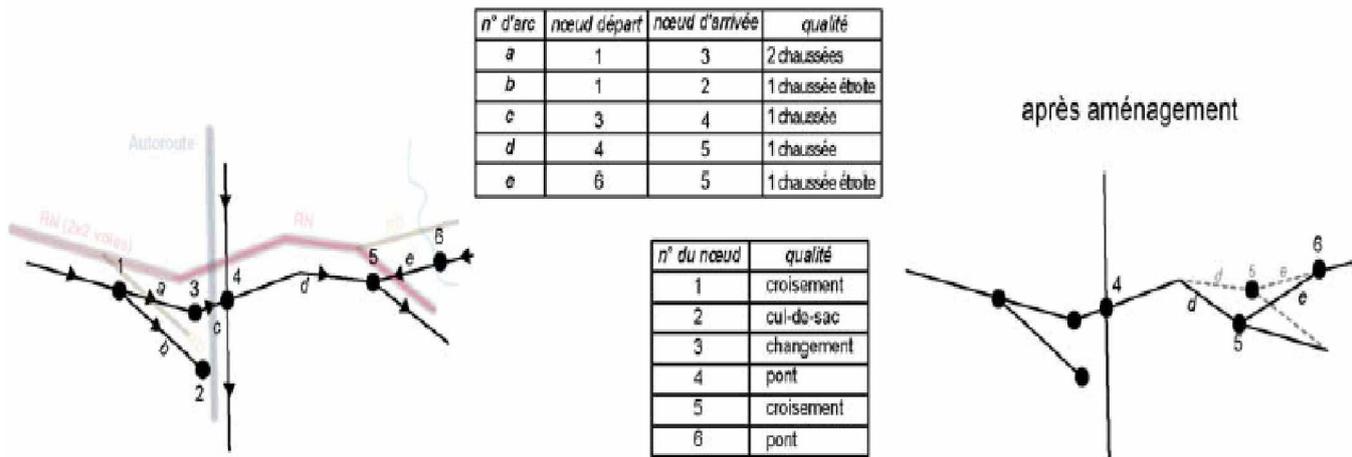


Fig I-18 : Topologie de réseau

- La topologie de voisinage permet à partir des arcs constituant le polygone de connaître les voisins de chaque surface (figure ci-après).

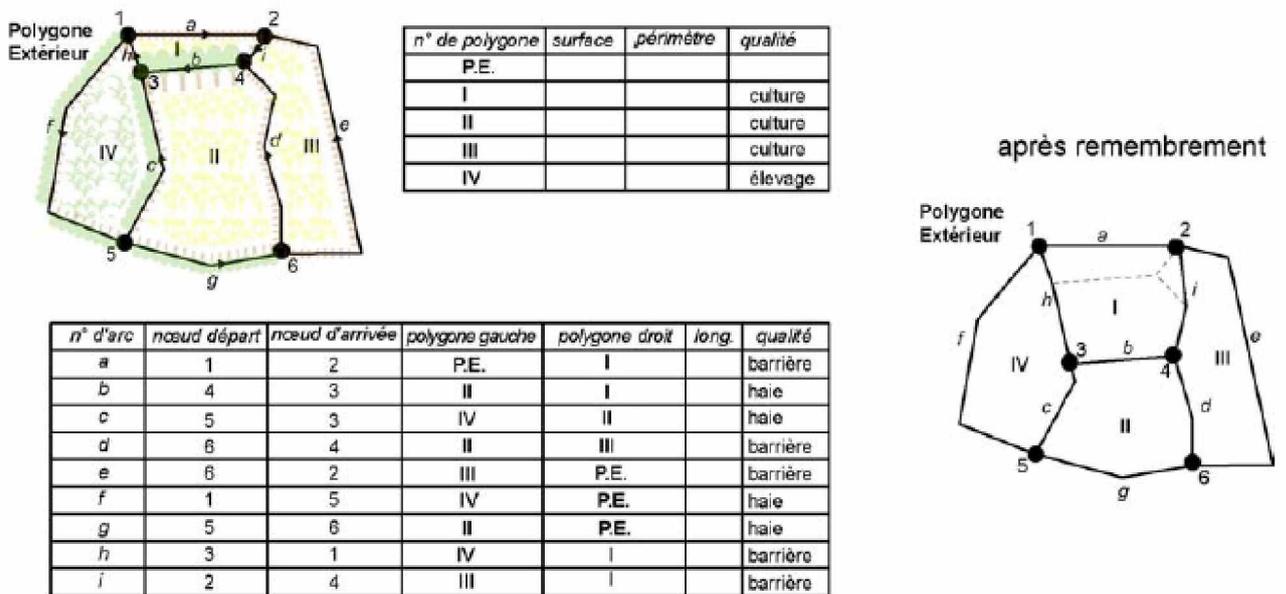


Fig I-19: Topologie de voisinage

La structuration topologique implique en général que :

- On trouve un nœud à l'intersection des lignes qui se croisent,
- Une ligne ne s'intersecte pas elle-même,
- Les polygones sont correctement fermés.

Il existe une seule limite entre deux polygones (pas de micro-vides entre deux surfaces), tous les arcs qui doivent être connectés le sont.

L'autre avantage de la topologie permet lors d'une modification géométrique d'un objet de modifier aussi la forme de ses voisins.

I.7.2 Donnée alphanumérique (sémantique)

La donnée alphanumérique ou attributaire ou sémantique, est une information textuelle, qualitative ou quantitative. Elle décrit l'objet géométrique.

Elle est souvent de nature :

- démographique (recensement de la population, ...),
- administrative (numéro officiel de la commune, ...),
- économique (nombre de salariés, types d'entreprises, ...),
- sociale (nombre de places en crèche, ...),
- commerciale (adresse des commerces, ...).

Elle permet de mettre en évidence la répartition spatiale d'un objet,

- Où ?
- Où cet objet, ce phénomène se trouve-t-il ?
- Où se trouvent tous les objets d'un même type ?

les phénomènes présents sur un territoire donné.

- Quoi ?
- Que trouve-t-on à cet endroit ?

Elle permet l'analyse spatiale,

- Comment ?

- Quelles relations existent ou non entre les objets et les phénomènes ?

L'analyse temporelle :

- Quand ?

- A quel moment des changements sont intervenus?

- Quels sont l'âge et l'évolution de tel objet ou phénomène ?

Elle peut être gérée par un logiciel « SIG » ou par un logiciel de gestion de données.

I.7.4 3^{ème} dimension

La 2D

Tous les logiciels ne « lisent » pas la 3^{ème} dimension, on peut pallier cette situation en travaillant sur la sémantique et mettre ainsi en évidence des objets suivant leur hauteur. Ce n'est pas une représentation en 3D mais une discrétisation à partir d'un renseignement.

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT)

A chaque couple x et y est associé un z ce qui permet de créer un « squelette » du relief sur lequel on peut draper des images satellites ou des photos aériennes où les objets du sursol, maisons, arbres, ...seront plats.

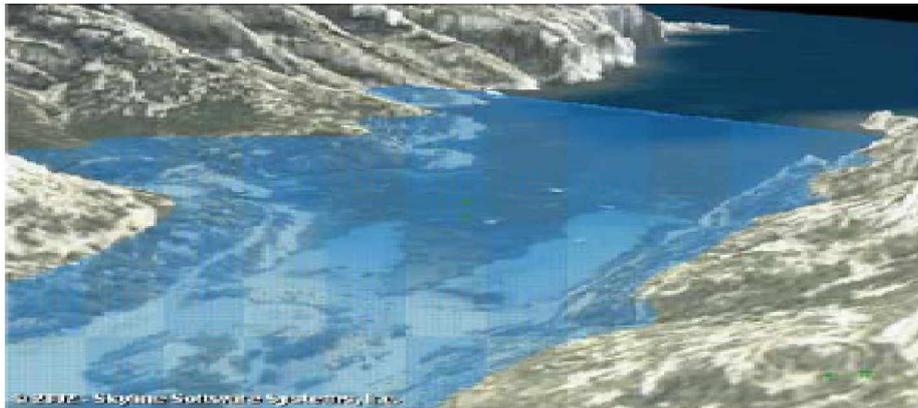


Fig I-20: La photo aérienne a été drapée sur un MNT

Des modèles, plus élaborés prennent en compte les objets du sursol en intégrant un 2^{ème} z, ce sont les Modèle Numérique d'Élévation (MNE).



Fig I-21: Visualisation d'un projet immobilier à partir d'un MNE

A partir des MNT, on peut créer des produits dérivés tels que les courbes de niveau, les classes d'altitude, les cartes de pente, les calculs panoramiques, les cartes d'inter visibilité, les profils de terrain, ...

I.7.5 Méta donnée

La méta donnée est l'étiquette de la base de données.

Exemple :

Un pot de mayonnaise

Ingrédients :

Huile végétale
Jaune d'œuf
Moutarde
Vinaigre
Sel et poivre

Date de péremption

Poids net

A conserver de préférence au frais

Le réseau routier

Description des objets :

Arcs polygones ou points
modèle topologique ou non
précisions de la saisie (m dm, ...)
source de la saisie
...

Date de la donnée

Périodicité de la mise à jour

Taille de la donnée (octet)

La couverture géographique (Monde, Europe, région Poitou-Charentes, ...)

Système de projection

Sans être exhaustif, les métas données comprennent des informations sur le producteur de la donnée, ses conditions de création ou de diffusion (interdiction, restriction, accès libre) sa qualité, son extension géographique, ...

Ces renseignements ont pour but de favoriser l'utilisation et la diffusion de la donnée en précisant les caractéristiques et les précautions d'emploi à respecter.

Le méta donné doit être correctement renseignée pour qu'elle soit accessible au plus grand nombre.

Des travaux sur la normalisation sont en cours (Comité technique 211 de l'ISO – International Standardization Organization).

On distingue trois types de méta données :

- Méta données pour la découverte : un minimum d'information permettant d'identifier les données pouvant correspondre à ses besoins.
- Méta données pour le catalogage : renseignement plus précis permettant de servir de spécification, de contrôle lors d'une livraison.
- Méta données pour l'exploitation : permet à l'utilisateur d'appréhender la donnée et de mieux connaître ses limites d'exploitation.

Conclusion :

L'information géographique est avant tout, une information, manipulée au sein d'un système pour apporter une aide à l'utilisateur (aide à la gestion ou à la décision). Cependant, elle possède cette particularité d'être « spatiale », et ceci nécessite un peu plus d'attention dans sa collecte, sa modélisation, sa conception et enfin sa présentation.

Chapitre II

Etat de l'art sur le SIG

Introduction :

L'étude théorique présentée précédemment a pour but de faire connaître les spécificités du système d'information géographique, qui relève de la mise en commun de la dernière technologie de l'informatique, de la cartographie et des sciences géographiques.

C'est pourquoi, l'utilisation du SIG est pertinente dans tous les domaines où la connaissance des objets et leurs localisations terrestres permettent d'aboutir à des processus fiables d'aide à la décision.

Le but de cette étude de l'état de l'art est de découvrir ce qui se fait ailleurs en la matière: domaines d'application des SIG, usage des SIG en hydraulique, caractéristique et normes d'un SIG, classification des outils SIG et enfin avancé, axes de recherches et nouveautés.

II.1-Fonctionnalités d'un SIG

On peut décrire les fonctions attendues d'un SIG, la littérature dans le domaine évoque « les 5 A d'un SIG ».

II.1-1 Abstraction

C'est la modélisation, l'intellectualisation du monde réel suivant différents prismes.

A quoi va servir la base de données ?

La construction du Schéma Conceptuel de Données (SCD ou MCD) permet de modéliser la base de données en définissant les objets (classes d'objets), leurs attributs ainsi que leurs relations. Prenons l'exemple de la mise en place d'un circuit touristique lié au patrimoine historique d'un pays :

Des bornes interactives situées dans les gares et syndicats d'initiatives permettent de se constituer un circuit selon un thème et son moyen de locomotion.

On représente tous les lieux pouvant accueillir des touristes, reliés par des axes de communication afin que le voyageur puisse choisir son mode de transport en fonction du temps dont il dispose.

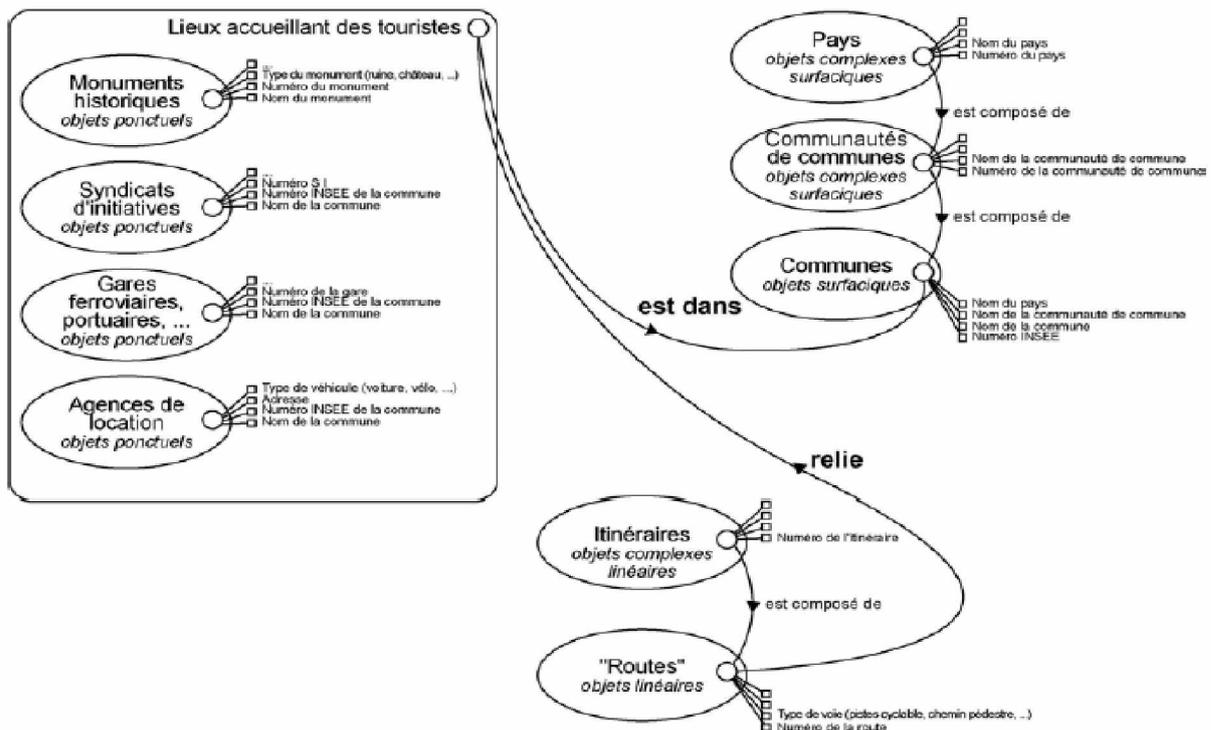


Fig II-1: Modèle Conceptuel de Données

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, ...etc). Le but de modéliser est de se faire comprendre par le plus grand nombre.

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). Il est facile mais dommageable de faire l'inverse (modéliser à partir d'un logiciel), l'important étant le résultat, le logiciel n'étant qu'un outil.

L'outil SIG doit être capable de transcrire et de « stocker » votre modélisation.

II.1-2 Acquisition

II.1-2 -1 Où trouver de l'information ?

Auprès d'organismes nationaux ou internationaux producteurs ou revendeurs :

- Des données de références : INCT (Institut National de Cartographie et de Télédétection), ANC (Agence National du Cadastre), INPS (Institut National de Planification de la Statistique), CNTS (Centre National des Technique Spatial) Spot Image, Michelin, ...etc

- De données thématiques : ANRH, DRE, DGF (Direction général des Forêt)

Auprès de producteurs locaux, cabinet d'expert géomètres, bureau d'étude d'état (URBOR), collectivités local (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
- localisation du patrimoine communal
- levé topographique

II.1-2 -2 Les techniques d'acquisition

Pour les données « Raster », on l'a déjà cité.

Pour les données vecteurs les sources sont soit indirectes, plan, photo, image satellite, soit directes avec des levés terrains.

Acquisition à partir de documents existants :

Du papier (plan carte) au numérique, à partir d'une planche à numériser ou du scannage de la donnée sur l'écran de l'ordinateur, on numérise des objets dessinés sur le plan en données vecteurs.

L'inconvénient de cette méthode est la retranscription des erreurs dues au support d'origine (déformation du papier, épaisseur du trait, ...).

Si la donnée est scannée et géo-référencée c'est de la donnée « raster ».

Acquisition à partir de photos :

De la photo (scannée) ortho rectifiée à la donnée vecteur, c'est une des principales sources pour une numérisation précise sur de grands territoires (la constitution de la donnée topographique de l'INCT pour l'ensemble du territoire se fait par photogrammétrie). La précision de la donnée est en relation avec la précision de la photo. Ce type d'acquisition nécessite soit des enquêtes terrain soit des croisements avec d'autres données pour qualifier la donnée ; la photo est une simple collection de pixels.

- Acquisition à partir d'image satellite :

L'image satellite constitue la principale source d'information pour l'occupation du sol grâce à la télédétection.

La télédétection est l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci (se sera bien développé tout à l'heure)

Acquisition à partir de donnée alphanumérique :

La donnée littérale permet de créer de la donnée (géocodage) ou de l'enrichir.

Acquisition à partir du terrain :

Généralement utilisée pour des chantiers de petite taille ou en complément d'autres techniques.

- Levé G.P.S. (Global Positioning System) système de positionnement, à l'échelle du globe, sur un ensemble de satellites artificiels.

- Levé à la planchette.

- Levé avec théodolite (mesure des angles) et/ou distance mètre.

II.1-2 -3 Echanges de données

L'acquisition de données externes et leur diffusion font partie de la mise en place d'un SIG et de son évolution. Or, l'échange de données géographiques n'est pas qu'un échange de coordonnées X et Y et d'un éventuel Z. C'est échanger toute une série d'informations très diverses supportées par des technologies différentes :

- Qualité de la donnée (précision)
- La méta donnée
- Le référentiel de localisation
- La structure de la donnée sémantique
- La donnée graphique
- Les relations entre objets
- Le codage des caractères
- Le support physique pour l'échange
- Le matériel

Selon les réponses à ces questions, il existe différents formats d'échange normalisés ou non, plus ou moins difficiles à mettre en œuvre. Les échanges de données sont primordiaux dans la mise en place d'un SIG, c'est une étape à ne pas manquer.

II.3.1 Archivage

II.1-3-1 La gestion :

Les données acquises, il faut être capable des les stocker et de les retrouver facilement. C'est une des fonctions 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.

II.1-3-2 L'environnement de travail :

Nous ne sommes plus dans « l'espace stockage » mais dans « l'espace travail ». Cela concerne l'espace pour la gestion du projet (l'organisation), mais aussi l'ergonomie du logiciel (interface).

II.1-4 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.

1-4-1 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, par calcul. La cartographie en est souvent le support.

1-4-2 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 de la donnée en la découpant, la joignant, l'excluant.

II.1-5 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.

Si l'affichage n'est pas le cœur du système, il reste un élément très important grâce au pouvoir de communication de la carte.

II.2- Usage des SIG en hydraulique :

Le domaine hydraulique, comme la plupart des domaines environnementaux, a connu des avancés avec l'apparition des SIG, des avancés tant en termes organisationnel (manière de travail), technique (matériel de travail) et méthodologique (méthode scientifique adoptée).

Etant donné le projet que nous réalisons, à savoir un système d'information géographique pour l'aide à la gestion et décision des ressources en eau (forage AEP).

II.3 - Classification des outils SIG :

A l'heure actuelle, le SIG existe sur le marché sous forme de progiciels. Ils proposent des fonctions d'intérêt général, qu'il est nécessaire de compléter selon les besoin spécifiques aux domaines étudiés, par des développements supplémentaires. Ces progiciels se classent en trois grandes familles :

II.3-1-SIG généralistes bureautiques

Ils ont pour vocation essentielle l'import des données externes et leur analyse pour donner des cartes à insérer dans des rapports ou des présentations. Ils permettent bien sur la modification des données géométriques ou descriptives mais ne disposent pas d'outils d'assurance de qualité perfectionnée pour saisir des bases de données complètes. Ils disposent d'outils de développement pour s'adapter à tous type d'application. (port ,07) .

II.3-2-SIG généralistes de gestion

Ils disposent des mêmes capacités que les SIG bureautiques, sont fréquemment moins conviviaux, mais disposent d'outils de modélisation beaucoup plus puissants, qui vont mettre des contraintes à la saisie et donc assurer une certaine qualité des données. Ces SIG vont également disposer de capacités client /serveur qui vont permettre à plusieurs personnes de travailler sur la même base de données à partir de postes informatiques distants. Ils disposent d'outils de développement pour s'adapter à tout type d'application. (port ,07) .

II.3-3-SIG « métiers »

Ces logiciels sont dès le départ très spécialisés, destinés à des métiers particuliers. Leur champ d'application est réduit mais ils sont souvent les seuls ou les meilleurs dans leur domaines. Ce sont néanmoins des SIG car ils possèdent les 5 fonctionnalités Affichage, Acquisition, Abstraction, Analyse et Archivage, Fréquemment, les éditeurs de logiciels commercialisent des modules additionnels qui transforment les SIG généralistes en SIG métiers (port, 11).

La liste qui suit n'a pas la prétention d'être exhaustive. Ces logiciels sont soit payants soit libres, tout dépend de leurs fournisseurs :

ArcView est un outil SIG généraliste bureautique, même si l'intégration de données externes est plus délicate. Il est convivial mais ses possibilités de structurations sont restreintes et nécessitent des compléments pour partager une base de données. [ESRI, 07]

MapInfo est un SIG généraliste bureautique typique. Il permet de sortir très facilement toutes sortes d'analyses thématiques. Auparavant, le langage de développement était spécial : Mapbasic, mais il a été remplacé par le langage de programmation « Visuel basic » [Joha,07]

GéoConcept est un logiciel à la frontière entre SIG bureautique et SIG de gestion. Il offre l'ouverture et la convivialité des premiers, et peut comme les seconds travailler client serveur sur de grandes bases de données [Geoc,11]

APICA est un SIG de gestion, l'intégration de données externes est lourde, en revanche, ce logiciel possède des possibilités de modélisation et de travail en groupe très étendues.[Joha,07]

Les logiciels libres ou « open source » sont aussi présents sur le marché, nous citons :

GeoCT : CT signifie « Collectivités Territoriales », il présente la particularité d'être développé sous licence logiciels libres et d'être orienté vers les collectivités locales.[Joha, 07]

Grass : Grass est édité sous la même licence, il présente un niveau de maturité supérieur. Il dispose d'une très grande palette de compatibilité tant avec les formats de fichier raster que vectoriel. Les langages de programmation sont : C++ et dérivé Java, .net, C #[Gras,07]

QGIS : QuantumGIS est un logiciel SIG Complet open-source, Il s'appuie sur OGR/GDAL (bibliothèques de traitement vectoriel et raster) et existe dans 3 versions : Windows, mac et linux. Son langage est le : C++ [QGIS,11]

SagaGIS : SAGA pour « Système for Automated Geoscientific Analyses ». Nous avons affaire à un logiciel SIG dit « scientifique ». Ce logiciel est riche en modules et vous permet d'en créer de nouveaux. Son langage est le ; C++ [Saga,11]

II.4- Avancés, axes de recherches et nouveautés :

Les perspectives de développement dans le domaine des SIG, parallèlement aux évolutions technologiques, économiques et sociales, s'articulent autour de cinq axes :

II.4.1 Ouverture sur le monde via le Web[e-Car, 07]

L'arrivée d'internet, et sa portée au grand public a beaucoup valorisé l'ouverture des SIG au grand public. Les éditeurs des outils SIG explorent actuellement cette voie pour élargir le champ d'application des SIG, donc élargir la clientèle pour de bénéfice. Cependant, cette ouverture nécessitera évidemment de l'interopérabilité entre les SIG et le développement d'outils d'interrogation s'orientant vers les langages naturels pour s'adapter à toutes catégories d'utilisations.

II.4.2 Meilleure intégration des outils d'aide à la décision [LasSIG,07]

Le statut des SIG comme véritable système d'information d'une organisation, ne peut être acquis que, dans la mesure où il offre, au delà des tâches de gestion, les outils qui permettent la définition des stratégies pour l'aide à la prise de décision.

II.4.3 Prise en compte des données de toutes nature [Lavo,07]

La richesse d'un SIG repose sur la finesse de la modélisation d'une problématique selon le territoire. La capacité à intégrer des données d'origine de plus en plus large sera un des facteurs des SIG. Ces derniers touchent pratiquement tous les domaines d'où la nécessité de les adapter à tout type de donnée.

II.4.4 SIG nomade sur terrain [LaSIG,07]

L'information nomade a changé radicalement la manière d'utiliser le système d'information géographique, en donnant la possibilité d'emmener le SIG sur le terrain et de communiquer directement avec le monde qui nous entoure.

Par le passé, les informations spatiales étaient emmenées sur le terrain en utilisant des cartes papier, souvent sous forme d'un livre de cartes. Les informations recueillies étaient reportées par des notes sur les cartes papier, puis entrées dans le SIG, une fois l'équipe rentrée au bureau.

Le SIG nomade comprend l'intégration d'un certain nombre de technologies [revu,07] : le SIG, les matériels nomades sous la forme « d »appareils légers et de PC de terrain durcis, Le GPS, les communications sans fil pour l'accès au SIG par internet et enfin la synchronisation à l'aide de serveurs SIG.

II.4.5 Géo référencement embarqué en temps réel [Sigl,11]

Outre la nécessité d'outils fournissant en temps réel et sous des formats compatibles, les SIG doivent pouvoir traiter les données dans la même échelle de temps. Des échanges en temps réel géo-référencés, ou il est possible de positionner une personne, un véhicule ou tout autre matériel, pour lister les différents événements déclenchés par certains capteurs.

II.5- Le S.I.G idéal :

Idéalement, un SIG doit atteindre plusieurs objectifs et pour ce faire posséder certaines qualités. Il doit être :

Rentable en fonction du mandat de l'organisme

Pertinent les résultats plutôt que sur les méthodes de production

Flexible capable d'évoluer

Sécuritaire construit de façon modulaire pour minimiser les erreurs et protéger l'information confidentielle.

Performant contrôle de la qualité et efficacité des traitements.

Indépendant du matériel et des logiciels afin d'en assurer l'évolution et la portabilité.

Coopératif bien définir les rôles et les responsabilités des services et des individus impliqués.

Motivant impliquer les utilisateurs à toutes les étapes de la conception et de l'utilisation.

Progressif éviter les achats d'équipements et limiter la saisie initiale des données afin de réduire les risques d'erreur et les coûts.

Documenté rédaction de la documentation parallèlement au développement du système.

II.5-1 CAO, DAO ou SIG :

Les logiciels SIG se distinguent des outils de dessin assisté par ordinateur ou cartographie assistée (CAO, DAO) par trois caractéristiques principales :

Le géo référencement, c'est-à-dire la localisation des objets géographiques, exprimée par un jeu de coordonnées cartésiennes dans un système de projection défini.

La gestion explicite des relations de proximité entre objets géographiques (partage de frontière, inclusion, intersection, etc...)

La gestion dynamique des liens entre les objets géographiques (cartographiques) et leurs attributs alphanumériques (tableaux de données associées).

L'intérêt de ce type d'outils et bien évidemment la possibilité offerte de superposer et de croiser des données issues de sources divers et variées, sur des thèmes que l'on peut multiplier et faire évoluer au gré des besoins. Les SIG permettent également de réaliser analyses et requêtes sur critères géographiques et/ou thématiques.

II.6- Mise en place d'un SIG

Nous n'allons pas développer la mise en place ou la gestion de projet, mais plutôt les spécificités de ce type de projet en raison de son caractère « géographique ».

La réussite d'un projet SIG dépend, pour une bonne part, de facteurs non techniques tels que l'analyse des besoins, la méthodologie de mise en place, les conditions économiques liées aux investissements et au fonctionnement.

Sa pérennité nécessite :

- Un personnel formé et permanent
- Un fonctionnement quotidien
- Une adaptation à l'organisation des services
- L'élaboration d'un scénario d'évolution.

II.6.1 Initialisation

II.6-1-1 Réunir les conditions pour la réussite du projet

Mise en place d'un organe de pilotage constitué d'élus, de chefs de service, qui aura pour mission de désigner un chef de projet et de valider les différentes étapes du projet. Il est à noter que ce type de projet doit être porté par des élus convaincus de l'intérêt de l'Information Géographique.

Désignation d'un responsable projet ayant des connaissances en information géographique qui aura en charge la constitution d'un groupe de travail rassemblant des techniciens manipulant de façon implicite de l'information géographique numérique ou non.

Sensibilisation, information, communication doivent entourer le projet. La sensibilisation des élus est importante, tout comme l'information vers les techniciens, futurs utilisateurs, est primordiale.

Le SIG peut-être un élément déstabilisant car il peut introduire des redéfinitions de poste, de nouvelles tâches, de nouveaux rapports.

Ne pas oublier que la donnée géographique a un coût, c'est un investissement conséquent pour une collectivité local.

6-1-2 Etude préalable

6-1-2.1 Analyse des besoins.

Il faut déterminer les utilisations souhaitées, les résultats attendus, le territoire couvert, les délais de mise en œuvre, la plus value du SIG, ...

Pour recenser les besoins et / ou les souhaits de l'ensemble de la collectivité, il faut normaliser un guide d'entretien avec l'inventaire des informations souhaitées. Ce guide est destiné aux différents centres de décisions et d'intérêt (Secrétaire Général, Chefs de services, Utilisateurs spécialisés, Utilisateurs finaux).

6-1-2.2 Recherche intuitive

Quels sont les thèmes d'informations utiles (en rapport avec le SIG) ?

Existe-t-il des contraintes particulières (confidentialité, fiabilité,...) ?

Quelle sera la valeur ajoutée dans le service ?

Recherche à partir du besoin exprimé par le demandeur

Quels sont les futurs utilisateurs du SIG ?

Quelles sont les données ?

Quels problèmes le SIG résoudra-t-il ?

Combien de temps ce besoin existera-t-il ? Qu'est-ce qui va faire évoluer le besoin ?

Etude de l'environnement, du contexte – Analyse de l'existant

Quelles sont les conditions d'utilisation du SIG ? Interaction de celui-ci avec les données et/ou logiciels préexistants ? (interne)

Quels sont les SIG et les sources de données déjà existants ? (externe et interne)

Quels sont les données numériques (mode), les nomenclatures, les référentiels et les logiciels existants dans le service ? (interne)

Comment va être accepté le SIG ? Quels changements dans l'organisation impliquera-t-il ? (interne)

Cette phase doit être un accompagnement auprès des acteurs, car si la donnée géographique est simple à imaginer, elle est plus complexe à mettre en œuvre.

6-1-2.3 Préparation des scénarios :

- Prise en compte des ressources humaines soit par réaffectation de poste ou création.

Quatre niveaux de compétence sont admis :

L'administrateur de données localisées est en charge de la gestion du patrimoine de données géographiques.

Le géomaticien expérimenté est en charge de l'analyse, du traitement et de la représentation de la donnée géographique. Il est la personne ressource en matière d'utilisation de logiciels. Il maîtrise les concepts et les techniques de la géomatique, il possède les compétences en sémiologie graphique.

L'opérateur géomatique participe à l'analyse, au traitement et à la représentation de la donnée géographique. Il possède une bonne pratique des techniques de la géomatique.

L'utilisateur est un consommateur d'information géographique. Il utilise des applications clef en main qui répondent à des procédures techniques ou administratives.

- Prise en compte des formations à envisager.

- Prise en compte du type de donnée à acquérir et de sa disponibilité sur le marché.

Pour exemple, voici une liste non exhaustive et arbitraire de données géographiques utiles à un territoire :

Cadastre, fonds de plan, réseau d'assainissement, réseau de distribution d'eau potable, réseau de distribution d'électricité, réseau d'éclairage public, signalisation lumineuse, réseau téléphonique, réseau de télédistribution, voirie, mobilier urbain, espaces verts, habitat,

installations classées, activités économiques, zonages réglementaires en matière d'environnement et d'hygiène, urbanisme pré opérationnel, ...

- Prise en compte des solutions techniques en matière de matériel, de solutions logicielles.

II.6.2 Réalisation

Une fois le scénario choisi, reformuler le projet et décrire plus précisément celui-ci.

La rédaction du cahier des charges et du cahier des clauses techniques particulières doit permettre au commanditaire de bien reformuler le projet et au futur fournisseur de construire le projet le mieux adapté.

6-2-1 La phase d'acquisition

Elle comporte :

Le choix du fournisseur et / ou du prestataire capable d'assurer la maîtrise d'œuvre de la partie logiciel et de sa mise en œuvre :

- du déploiement d'un logiciel de base et des éventuels modules,
- du déploiement de logiciels métiers (pour les utilisateurs finaux),
- d'éventuels développements spécifiques,
- de la formation,
- de l'installation,
- de l'assistance,

Le choix du fournisseur et / ou du prestataire capable d'assurer la création ou l'acquisition de données géographiques.

L'établissement d'un calendrier, car nous sommes sur des projets à moyen et long terme.

6-2-2 Mise en œuvre

Prendre le relais des organes de pilotage pour suivre le déroulement des travaux, la conformité des livraisons, résoudre les éventuels problèmes. Ceci se fera sous la responsabilité du chef de projet.

Mettre en œuvre des formations professionnelles, des éventuels recrutements pour garantir en partie la permanence du projet.

Continuer l'information et la sensibilisation auprès des élus et des futurs utilisateurs en ce qui concerne l'état d'avancement.

Conclusion :

Nous avons étudié ce qui existe, ce qui est en cours de développement et ce qui en perspectives d'avenir, pour apporter ces avancés techniques à notre solution, destinée pour réalisé un SIG des forages AEP et aide à la planification.

Chapitre III

Cadre de l'étude

Introduction :

Ce chapitre présente le cadre générale de notre projet et donne les caractéristique géographique de la wilaya et détermine la localisation géographique, ainsi que les missions et les activités concerné par service de suivie de projet (direction des ressources en eau DRE), et les établissements qui ont une relation avec notre projet.

III .1 PRESENTATION DE LA WILAYA D'ADRAR

III.1.1 CADRE GEOGRAPHIQUE GENERALE : [Nasri, 12]

La wilaya d'Adrar se située dans le sud – ouest de l'Algérie ; elle s'étend entre les coordonnées géographiques :

- - Les longitudes entre 0°30`E et 0°30`a l'Ouest
- - Les latitudes entre 26°30`et 28°30`au Nord
- - Avec une altitude moyenne de 222m

La wilaya couvre une superficie totale de 443782 km².C'est-à-dire 17,97 % de la superficie totale de l'Algérie, occupée par une population de 432193 habitants répartie sur 11 daïra et 28 communes. Elle est bordée au nord par les wilayas d'El Bayedh et de Ghardaïa, à l'ouest par les wilayas de Béchar et Tindouf, à l'est par la wilaya de Tamanrasset, et au sud par la Mauritanie et le Mali.

- Au Nord par le grand Erg Occidental.
- Au Sud par le plateau du Tanezrouft.
- L'Est par le plateau du Tademaït.
- A l'Ouest par l'Erg Chèche.

Divisée en quatre régions sahariennes naturelles représentées par :

- **Gourara:** Son centre administratif est la daïra de Timimoun, cette région regroupe tout les palmerais et les ksars de cette daïra et s'étend de Tabelkouza à Aougrouit.
- **Touat:** Elle se prolonge du Brinkane jusqu'à Reggane; c'est la plus vaste des régions.
- **Tidikelt:** Cette région se prolonge d'Aoulef à Ain Saleh qui est le centre de la région
- **Tanezrouft :** région de Bordj Badji Mokhtar.

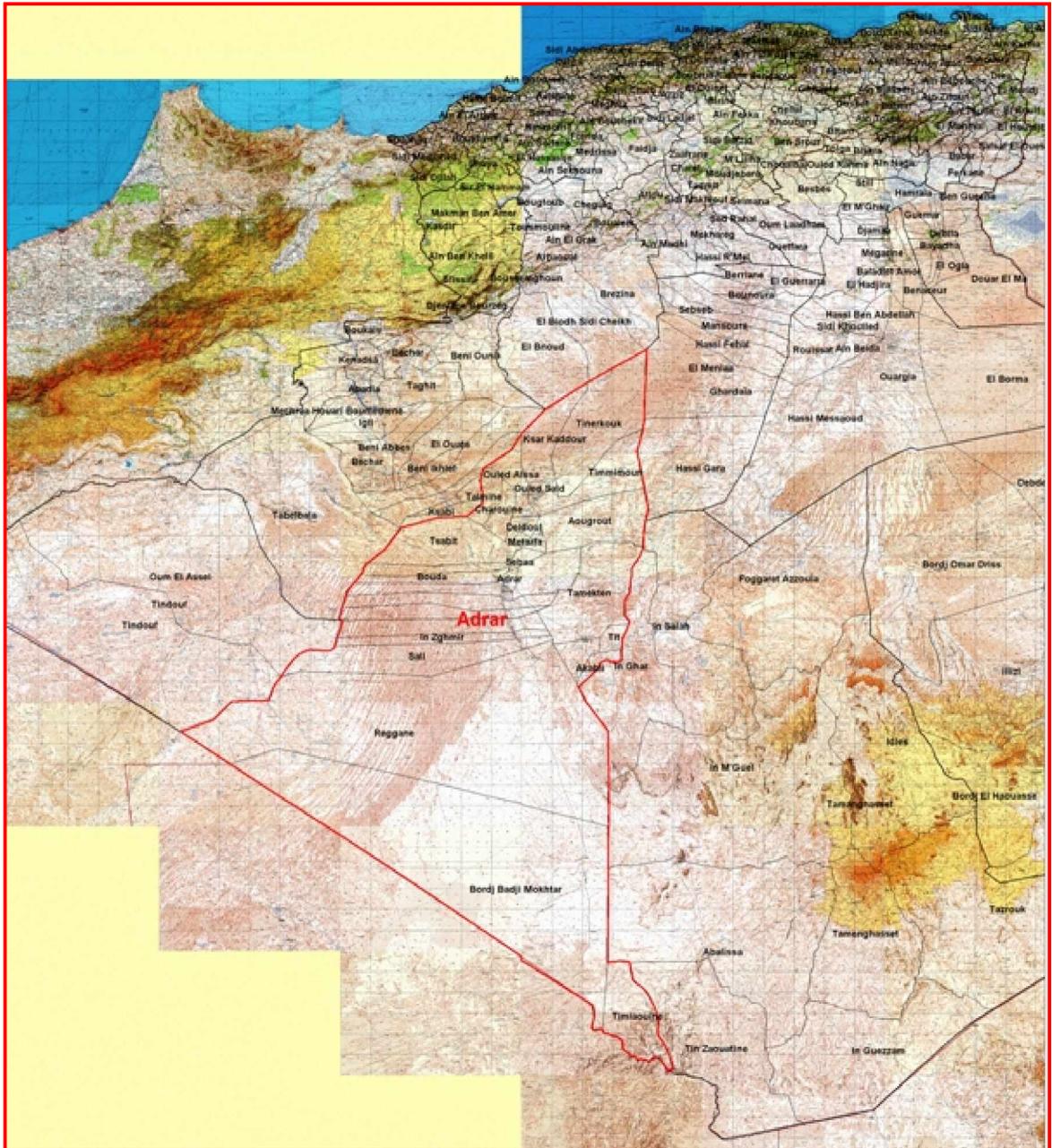


Figure III-1 : Localisation de la zone de réalisation de
 ...

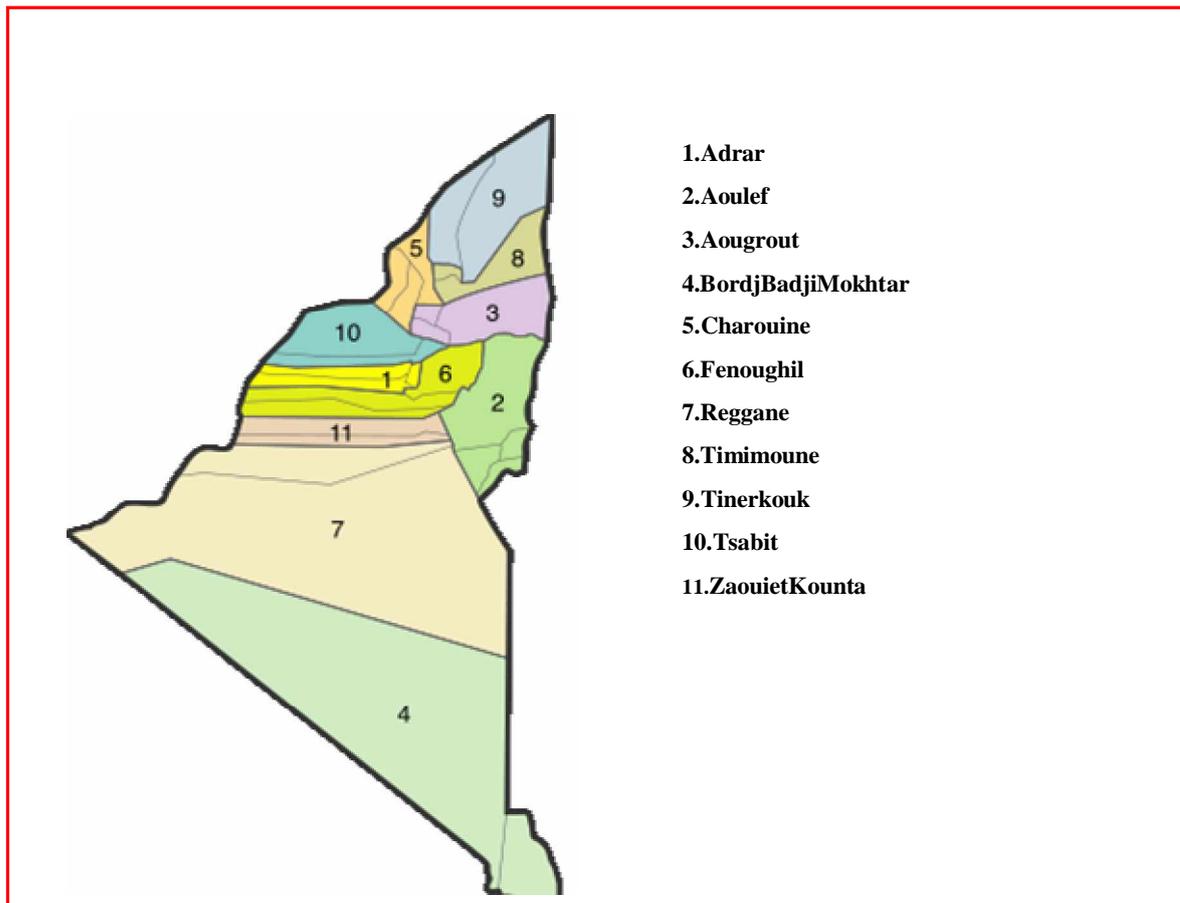


Fig.III-2 : Carte représenté les 11daïras de wilaya d’Adrar et leur limites

Daïra	N° de communes	Communes
Adrar	3	Adrar, Bouda, Timmi.
Aoulef	4	Akabli, Aoulef, Tamekten, Tit.
Aougrou	3	Aougrou, Deldoul, Metarfa.
Bordj Badji Mokhtar	2	Bordj Badji Mokhtar, Timiaouine.
Charouine	3	Charouine, Talmine, Ouled aissa
Fenoughil	3	Fenoughil, Tamantit, Tamest.
Reggane	2	Reggane, Sali.
Timimoun	2	Ouled Said, Timimoun.
Tinerkouk	2	Ksar Kaddour, Tinerkouk.
Ksar Kaddour, Tinerkouk.	2	Sebaa, Tsabit.
Zaouiet Kounta	2	In Zghmir , Zaouiet Kounta.

Le tableau III-1: la liste des daïras de la wilaya d'Adrar et les communes qui les composent

III.2 Direction de ressource en eau de la wilaya :

III.2.1 Missions générales :

Les missions générales sont fixées dans le décret exécutif n°325/2000 donc selon le décret les directions de ressources en eau de la wilaya sont chargées notamment de :

1. Veiller à la sauvegarde, la préservation, la protection et l'utilisation rationnelle des ressources en eau.
2. Recueillir et analyser les données relatives aux activités de recherche, d'exploitation, de production, de stockage et de distribution de l'eau pour les usages domestique, agricole ou industriel.
3. Veiller à l'application de la réglementation régissant les ressources en eau.
4. Instruire, en relation avec l'administration centrale, toute demande en matière d'affectation, d'utilisation et de réutilisation des ressources en eau et d'exploitation du domaine public hydraulique et le cas échéant, de délivrer les autorisations y afférentes.
5. Veiller à l'application et au suivi de la mise en œuvre de la réglementation dans le domaine de développement, de l'aménagement, de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures destinées à l'alimentation en eau potable, à l'assainissement et à l'irrigation.

6. Tenir à jour le fichier de point d'eau situer sur le territoire de la wilaya et suivre les études

et enquêtes concourant à une meilleure connaissance des ressources en eau superficielles et

souterraines.

7. Rassembler les informations nécessaires à l'élaboration des bilans des programmes

d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'hydraulique agricole.

8. Assurer la maîtrise d'ouvrage et le suivie de l'exécution des projets dont la maîtrise

d'ouvrage n'a pas fait l'objet de délégation.

III.2.2 Nature générale de forage :

Le forage sera destiné différemment selon l'objet des projets :

1. AEP.
2. Irrigation et espace verts.
3. Industrie.

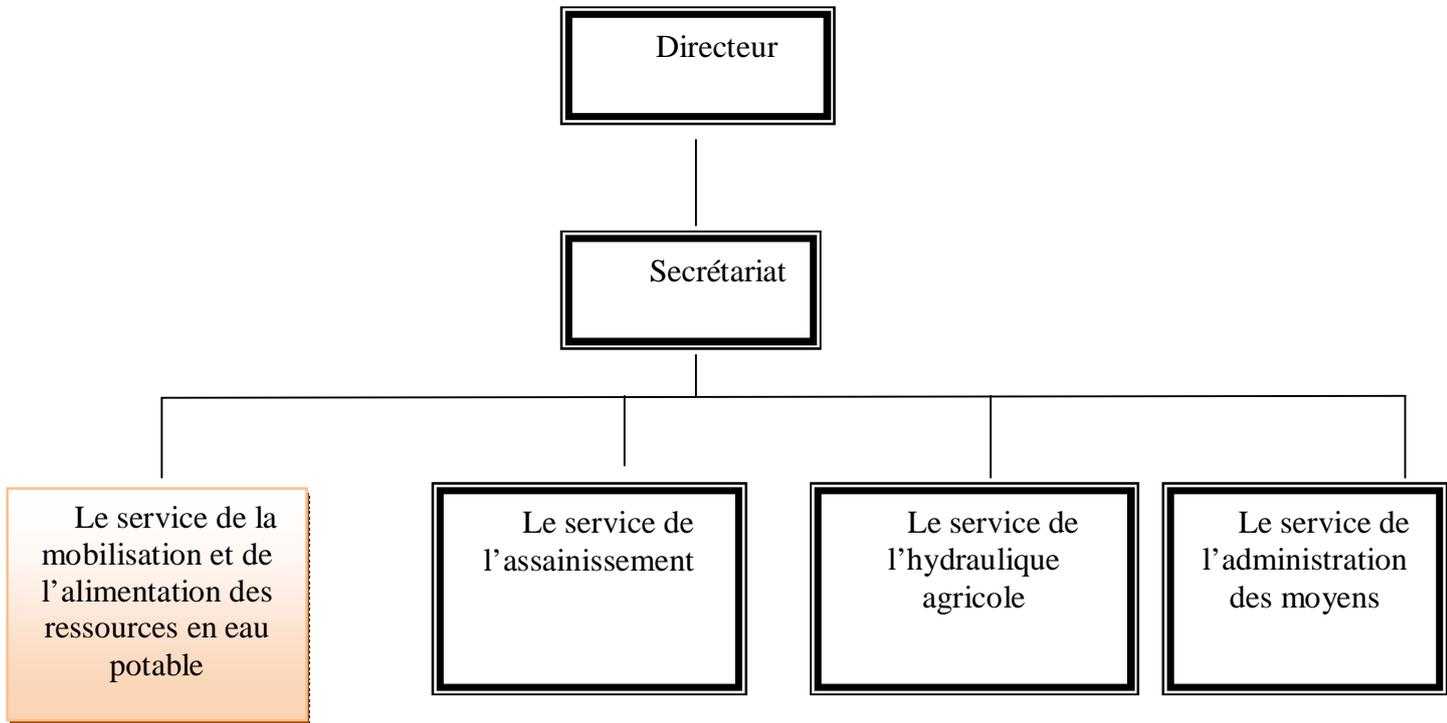
Notre étude orientée vers les forages alimentation en eau potable.

III.2.3 Organisation de la direction des ressources en eau :

La direction des ressources en eau organisée en quatre services comprend :

1. Le service de la mobilisation et de l'alimentation des ressources en eau potable
2. Le service de l'assainissement
3. Le service de l'hydraulique agricole
4. Le service de l'administration des moyens

III.2.4 Organigramme DRE :



Dans notre cas le SIG est réalisé au niveau de l'AEP le service de la mobilisation et de l'alimentation des ressources en eau potables.

L'outil réaliser représente un indicateur aux décideurs pour la recherche et l'exploitation des forages sur tout le territoire de la wilaya.

III.3 Etablissements ont relation avec l'étude :

1. ANRH de la wilaya.
2. ADE (Algérie des eaux).
3. Les différentes communes de la wilaya.
4. Les différentes entreprises de réalisation et exploitation des forages.

Chapitre IV

Conception et Modélisation de Système

Introduction :

Dans cette partie nous présentons la conception et la modélisation de notre projet, nous indiquons d'abord la modélisation de système et description de l'approche utilisé, ensuite on explique la méthode d'application de cette approche sur notre cas, et entamons ensuite la réalisation de la base de donnée de notre système.

IV.1. Modélisation du système et description de l'approche UML

IV .1.1 Modélisation des systèmes d'information :

La modélisation consiste à créer une représentation simplifiée d'un problème : le modèle.

Grace au modèle il est possible de représenter simplement un problème, un concept et le simuler.

La modélisation comporte deux composantes :

- L'analyse, c'est –à-dire l'étude de problème.
- La conception, soit la mise au point d'une solution au problème.

Le modèle constitue ainsi une représentation possible du système pour un point de vu donné.

IV.1.2 L'approche UML pour la mise en œuvre des systèmes d'information :

U.M.L (unified modelling language) est un langage de modélisation conçu pour construire, visualiser, et spécifier les systèmes d'information (BOOCH et al,1998), (MORLEY et al,2000).

La notation UML repose sur :

1. La modélisation du mode réel au moyen de l'approche orientée objet ;
2. L'élaboration d'une série de diagrammes facilitant l'analyse et la conception du système d'information, et permettant de représenter des aspects statique et dynamique du domaine à modéliser et à information.

3. L'approche orientée objet a pour but de représenter les objets du monde réel sous forme de classes, sous classes et objets. Une classe est une abstraction du monde réel qui regroupe un ensemble d'objets ayant des caractéristiques et des comportements communs. Chaque classe est définie par un ensemble d'attributs (qui représentent les caractéristiques ou propriétés de la classe), et un ensemble d'opérations qu'elle peut exécuter. Ces opérations représentent un ensemble de traitements. Un objet est une unité élémentaire d'une classe. Il hérite des propriétés de la classe à laquelle il appartient, et il est caractérisé par les valeurs affectées à propriétés.
4. Classes et objets sont reliés entre eux par différents types de relations.
5. La relation d'instanciation : un objet est une instance d'une classe.
6. La relation d'association qui représente les connexions entre les objets de différentes classes. Cette relation précise combien d'objets d'une classe peuvent être liés à l'objet d'une classe associée. Ces associations peuvent être bidirectionnelles.
7. La relation de généralisation - spécialisations d'identifier, parmi les objets d'une classe, un sous ensemble d'objets (sous classe) ayant des propriétés spécifiques.
8. Les relations d'agrégation et de composition .l 'agrégation est un sorte d'association qui met en relation une classe agrégat et une classe agrégée. Cette dernière étant considérée comme une partie de la classe agrégat. la composition Est un cas particulier d'agrégation.

IV.2 Application du l'UML dans notre cas (SIG des forages)

IV.2.1 La modélisation UML :

Le méta modèle UML fournit une panoplie d'outils permettant de représenter l'ensemble des éléments du monde objet (classe, objet ...) ainsi que les liens qui les relie. Toutefois, étant donné qu'une seule représentation est trop subjective, UML fournit un moyen astucieux permettant de représenter diverses projections d'une même représentation grâce aux vues. Une vue est constitué d'un ou plusieurs diagrammes. [MSI UML ,26]

On distingue deux types de vues :

1. Les vues statiques, c'est-à-dire représentant le système physiquement :
 - Diagrammes d'objets.
 - Diagramme de classes.
 - Diagramme de cas d'utilisation.
 - Diagramme de composants.
 - Diagramme de déploiement.
2. Les vues dynamiques, montrant le fonctionnement du système :
 - Diagrammes de séquence.
 - Diagrammes de collaboration.
 - Diagrammes d'états-transitions.
 - Diagrammes d'activités.

La modélisation de notre cas (SIG du forage) on s'intéresse par les vues statique pour déterminer les données nécessaires dans l'implémentation de la base de données, et nous permettons l'explication de fonctionnement physique de notre système et ses caractéristiques d'après l'ensemble de diagramme de structure qui existe dans la méthode UML.

Le tableau suivant résume les objectifs des principaux diagrammes structurels.

Diagrammes structurels	Objectifs et fonctionnalités
Diagrammes de cas utilisation	Les cas d'utilisation (en anglais use cases) permettent de représenter le fonctionnement du système vis-à-vis de l'utilisateur, c'est donc une vue de système dans son environnement extérieur.
Diagramme de classe	Décrit les classes du système et les relations entre celles-ci
Diagramme d'objets	Décrit les instances de classes et leurs relations qui composent l'application. Donne une vue statique du système à partir de cas réels

Tableau IV .01 Objectif des diagrammes structurels.

IV.2.2 Elaboration et description des diagrammes :

IV.2.2.1 Les cas d'utilisation :

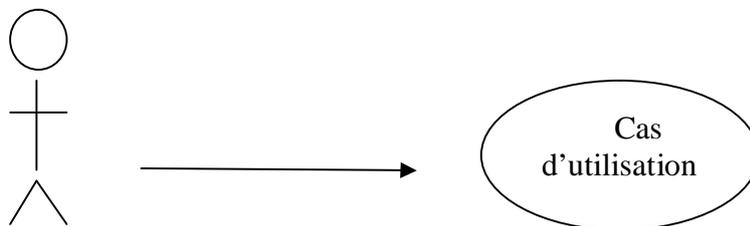
Objectifs des cas d'utilisation :

Les cas d'utilisation sont des techniques de description du système étudié privilégiant le point de vue de l'utilisateur. Il s'agit de la solution UML pour représenter le modèle conceptuel.

Les cas d'utilisation décrivent sous la forme d'actions et de réaction, le comportement d'un système du point de vue d'un utilisateur. Les cas d'utilisation servent à structurer les besoins des utilisateurs et les objectifs correspondants du système. [MSI UML, 33]

Un cas d'utilisation est une manière spécifique d'utiliser un système. C'est l'image d'une fonctionnalité du système, déclenchée en réponse à la stimulation d'un acteur externe.

Éléments constitutifs des cas d'utilisation :



Acteur

Acteur: entité externe qui agit sur le système, le terme acteur ne désigne pas seulement les utilisateurs humains mais également les autres systèmes. Les acteurs sont des classificateurs qui représentent des rôles au travers d'un certain utilisateur (cas) et non pas des personnes physiques. Ce sont des acteurs types.

Cas d'utilisation : ensemble d'actions réalisées par le système en réponse à une action d'un acteur.

- Les utilisateurs peuvent être structurés.

- Les cas d'utilisation peuvent être organisés en paquetages.
- L'ensemble des cas d'utilisation décrit les objectifs de système.

Les utilisateurs de notre système :(SIG des forages)

1. Service AEP direction de ressource en eau (utilisateur principale)
2. Communes de la wilaya.
3. A.N.R.H
4. A.D.E

Les cas d'utilisation de notre système :

1. Recherche
2. Sélection
3. Création de carte
4. Mise à jours et consultation
5. Evaluation et statistique

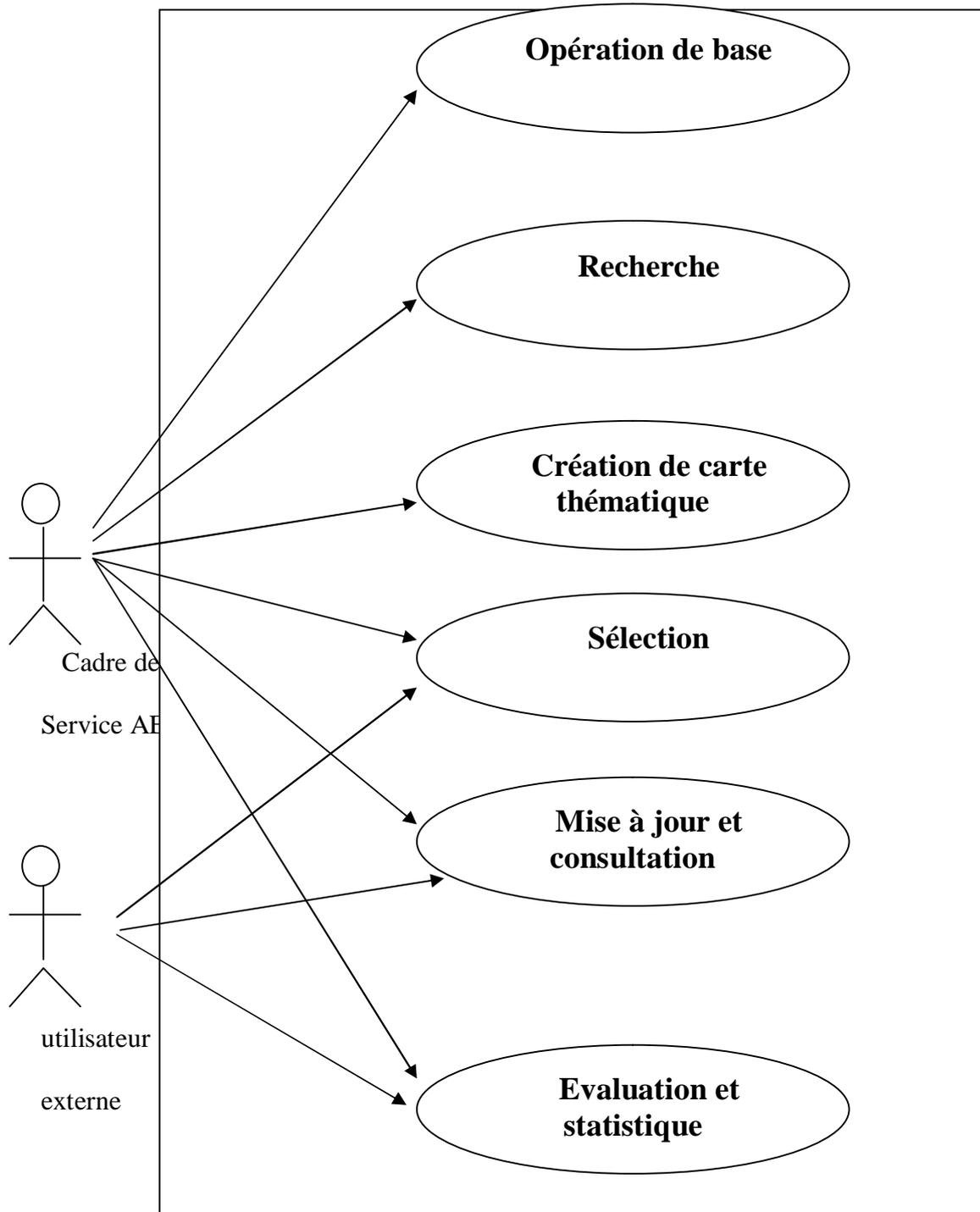


Figure IV-01 : Diagramme des cas d'utilisations

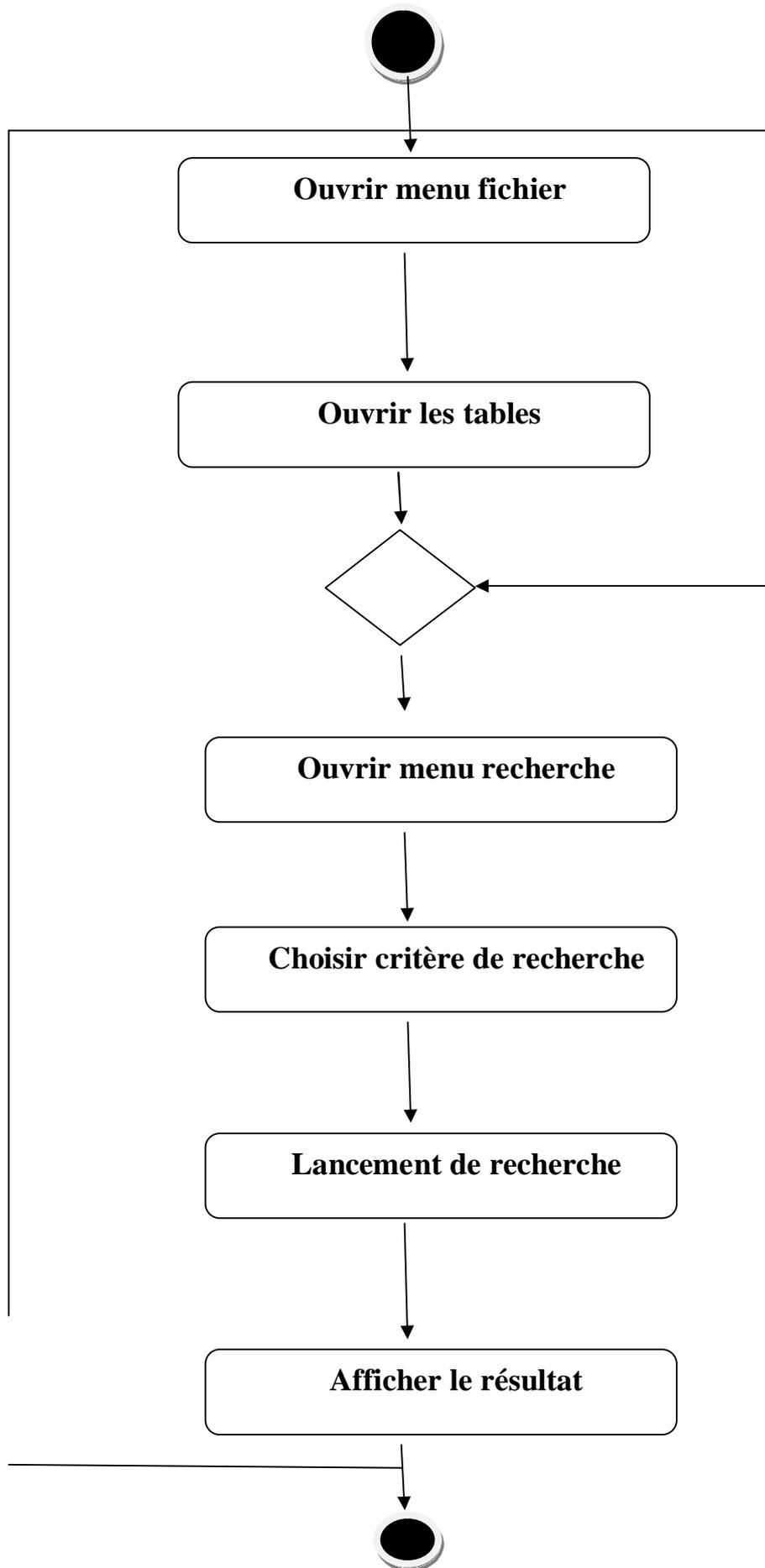


Figure IV .02 : Diagramme d'activité pour use case 'recherche'

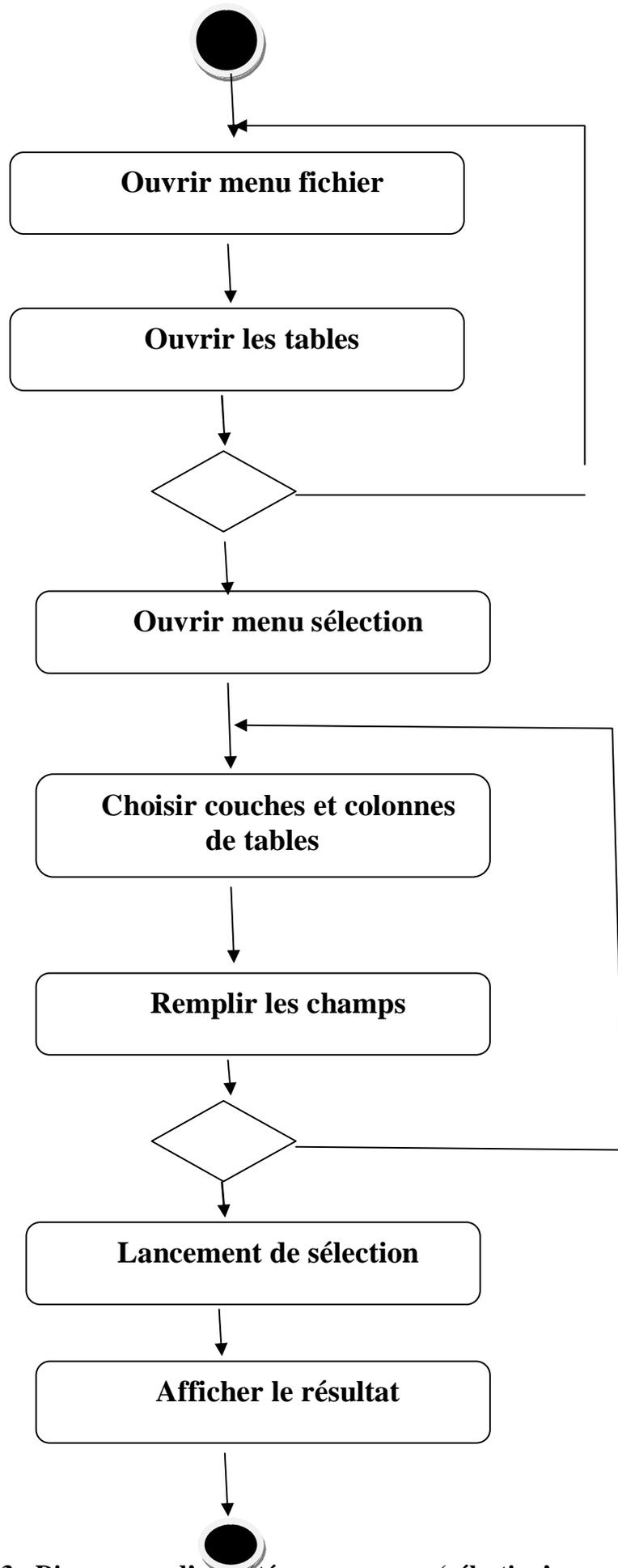


Figure IV .03 : Diagramme d'activité pour use case 'sélection'

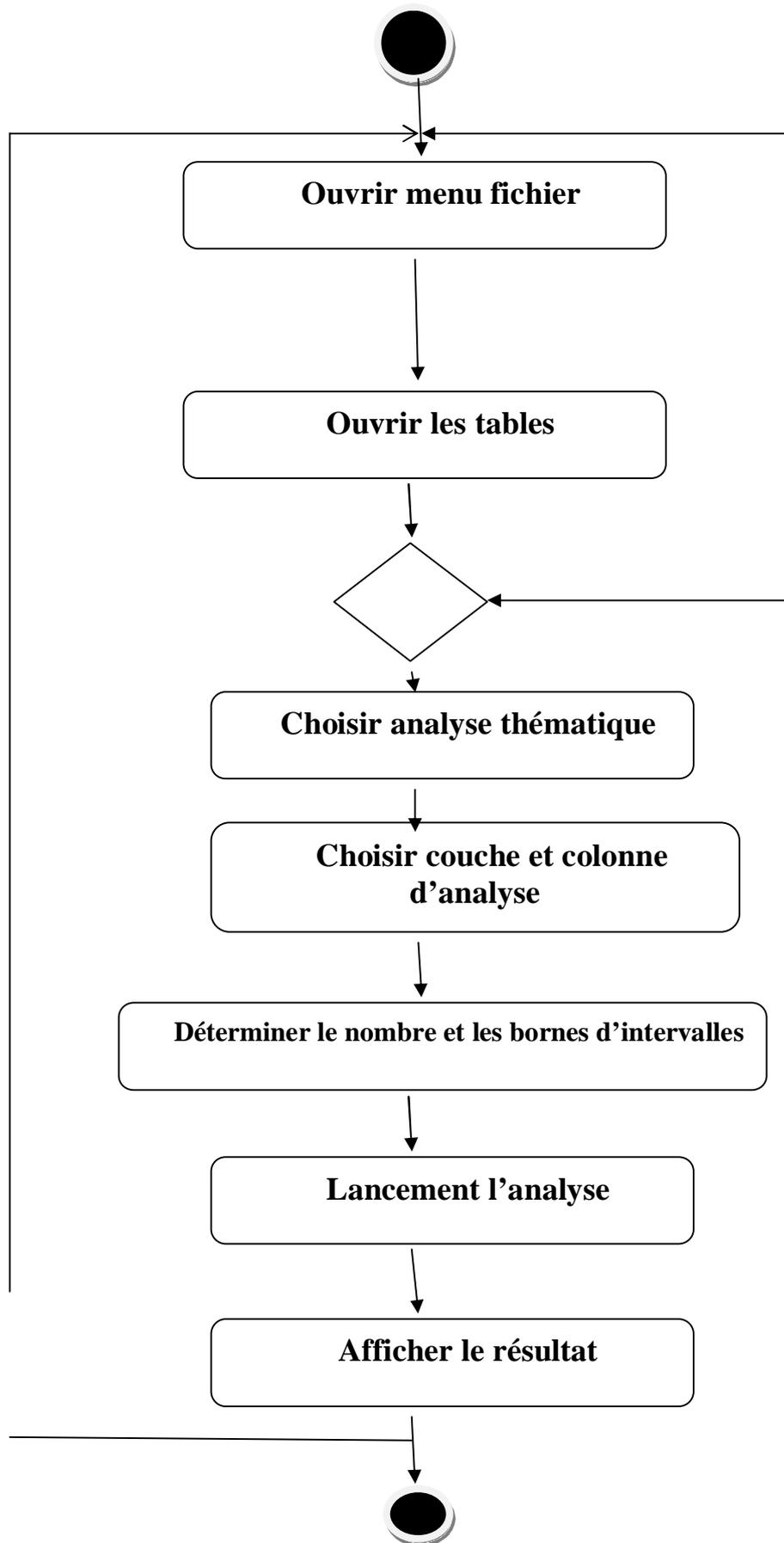


Figure IV .04: Diagramme d'activité pour use case 'création de carte thématique'

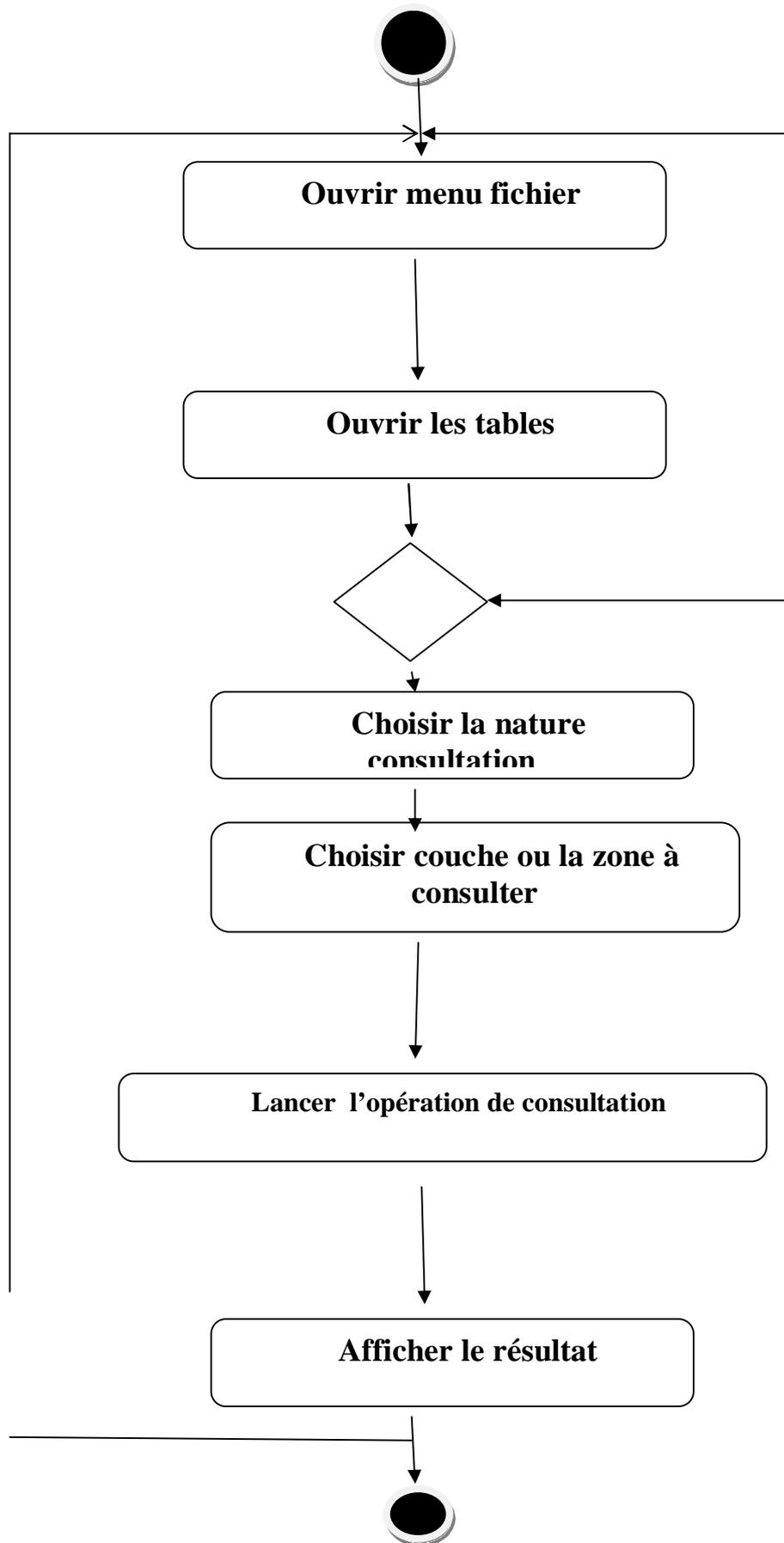


Figure IV .05 : Diagramme d'activité pour use case 'consultation et mise à jour'

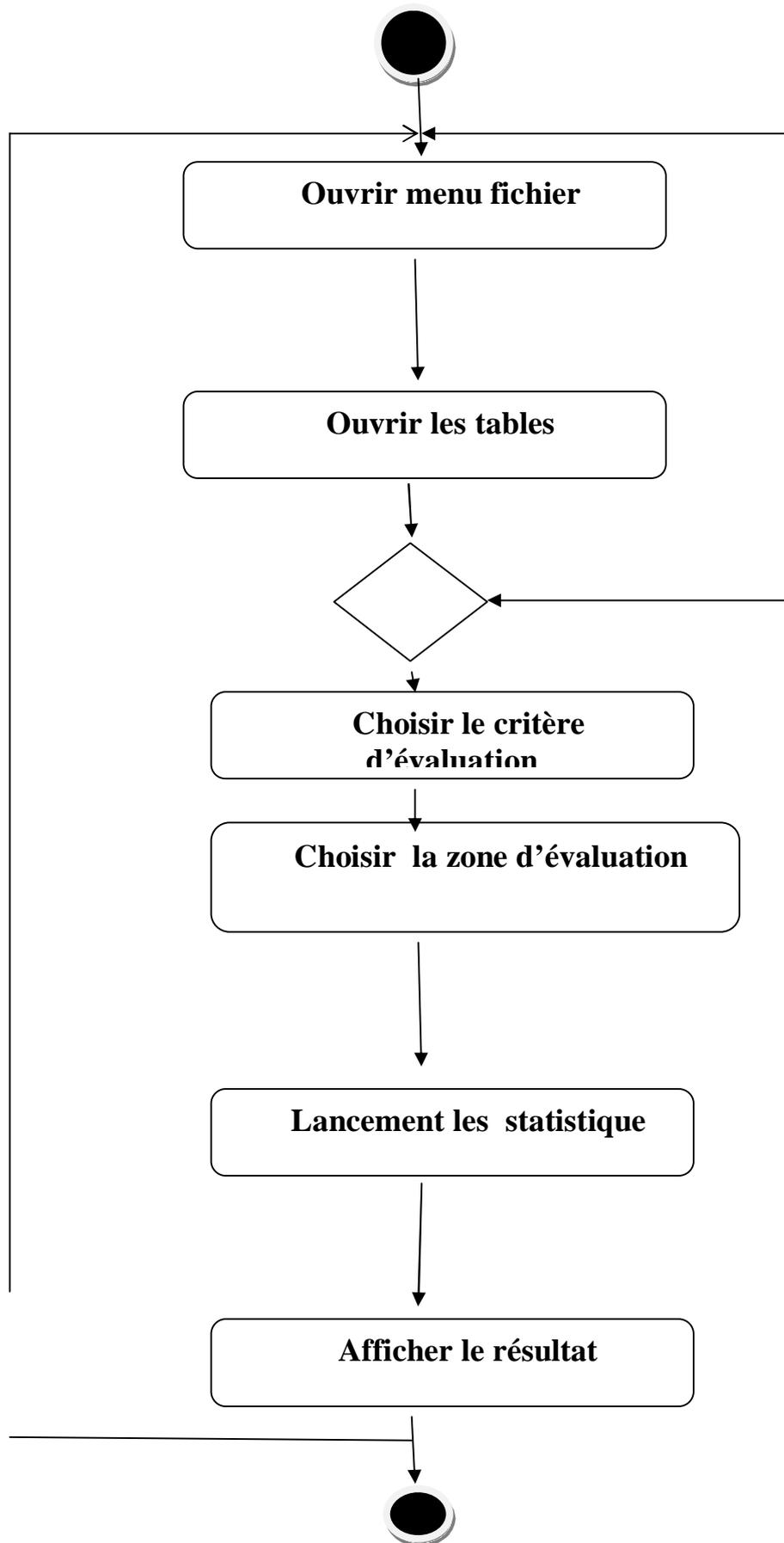


Figure IV .06 : Diagramme d'activité pour use case 'évaluation et statistique'

IV.2.2.2 Diagramme des classes :

Les diagrammes de classes expriment de manière générale la structure statique d'un système, en termes de classes et de relations entre ces classes. Une classe permet de décrire un ensemble d'objets (attributs et comportement), tandis qu'une relation ou association permet de faire apparaître des liens entre ces objets. On peut donc dire :

- un objet est une instance de classe,
- un lien est une instance de relation

Le diagramme de classe est un modèle permettant de décrire de manière abstraite et générale les liens entre objets.

Définition : Description d'un ensemble d'objets partageants la même sémantique, ainsi que les mêmes attributs, opérations et relations.

Représentation :

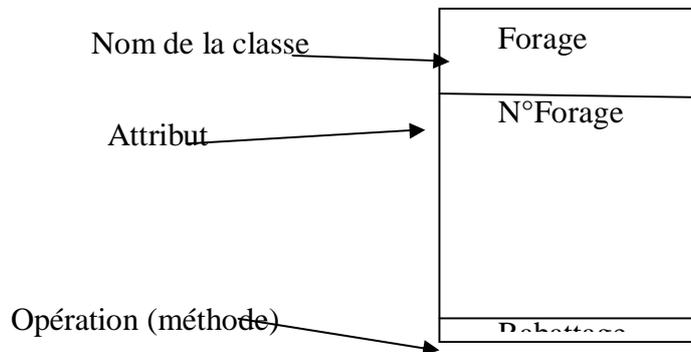
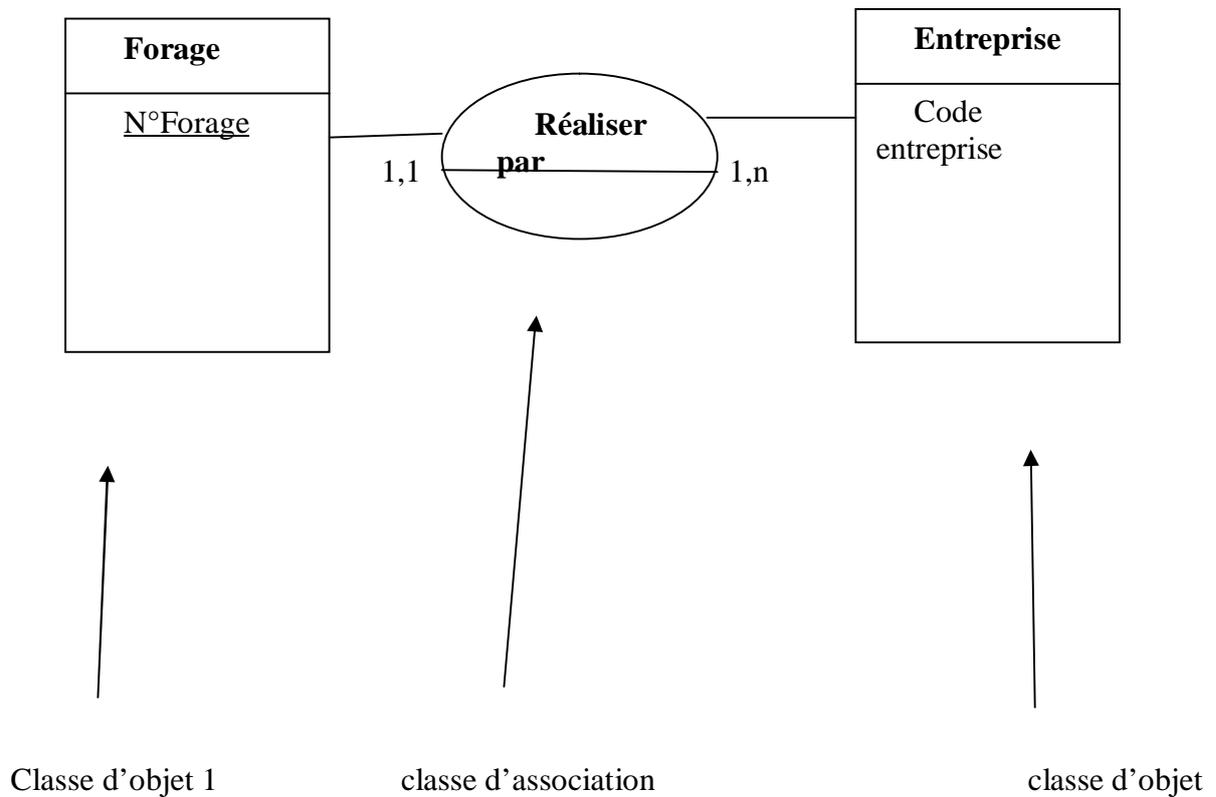


Figure IV .07 : Représentation d'une classe d'objet

Définition des associations :

Une association représente une relation structurelle entre classes d'objets. La plus part des associations sont binaires, c'est-à-dire qu'elle connectent deux classes.[MSI UML,43]

Exemple de représentation :



2

Figure IV .08 : Représentation d'une classe d'association

IV.3 Réalisation de la base de données :

IV.3.1 Dictionnaire de données et codification :

a) Explication de données utilisées :

N°	Attributs	explication
01	wilaya	La wilaya concernée (Adrar)
02	daïra	La daïra ou ce trouve le forage
03	commune	La commune ou ce trouve le forage
04	lieudit	L'endroit ou la région dans la commune
05	X-UTM	X longitude en unité de mesure universelle (Universal Transverse Mercator)
06	Y-UTM	Y longitude en unité de mesure universelle (Universal Transverse Mercator)
07	X	Coordonnée Lambert (géographique) longitude
08	Y	Coordonnée Lambert (géographique) latitude
09	X-dec	Coordonnée transférer à la base décimale
10	Y-dec	Coordonnée transférer à la base décimale
11	Date fin	La date de fin de réalisation de forage
12	Année d'exploitation	L'année début d'exploitation de forage
12	marché	Le marché pour la réalisation de forage
13	entreprise	L'entreprise concernée par la réalisation
14	Profondeur total	La profondeur de forage
15	Niveau statique	Le niveau d'eau sans pompage
16	Niveau dynamique	Le niveau d'eau dans le forage après le pompage
17	débit	Quantité d'eau par unité de temps M3/Heure ou L/S

Tableau IV .02 Explication des données

b) Codification des données:

N°	Rubrique	type	taille
01	Numéro commune	N	02
02	Désignation commune	A	30
03	Numéro daïra	N	02
04	Désignation daïra	A	30
05	Numéro lieudit	N	02
06	Désignation lieudit	A	30
07	Numéro forage	N	04
08	Nom forage	A	25
09	X-UTM	N	06
10	Y-UTM	N	06
11	X-décimale	N décimale	08
12	Y-décimale	N décimale	08
13	Date fin	N	08
14	Année d'exploitation	N	08
15	Profondeur	N	03
16	Niveau statique	N	04
17	Niveau dynamique	N	04
18	Débit de forage	N	03
19	Numéro marché	N	04
20	Code entreprise	N	04
21	Désignation entreprise	A	30

Tableau IV .03 Codification des données

IV.3.2 MODELE CONCEPTUEL DE DONNEE MCD

IV.3.2.1. Concevoir les classes :

Le tableau suivant présente les classes d'objets, les attributs et type de chaque attribut.

Classes d'objet	Attribut	Type
Commune	N° commune	N
	Désignation commune	A
Daïra	N° daïra	N
	Désignation daïra	A
Enterprise	Code entreprise	N
	Désignation entrepris	A
Forage	N° forage	N
	Nom forage	A
	x-UTM	N
	y-UTM	N
Marché	N° marché	N

Tableau IV .04 conception des classes d'objet.

IV.3.2.2 Concevoir les classes d'association :

Le tableau suivant présente les classes d'associations, les identifiants de chaque classe d'association ainsi que les entités relatives.

Classes d'association	identifiant	Les classes d'entités relatives
Appartient	N° daïra N°commune	daïra, commune
Se trouve	N°forage N°commune	Commune, forage
Réaliser par	Code entreprise N°forage	Enterprise, forage
Suivi par	N°service	Service, forage
concerné	Code entreprise N° marché	Enterprise, marché

Tableau IV .05 Conception des classes d'associations.

IV.3.2.3. Concevoir les méthodes :

Le tableau suivant présente les méthodes de chaque classe ainsi que la description de chaque méthode.

Dans notre cas nous avons une seule méthode utilisée concerne la classe d'objet principale forage qui est le **rabattage**

Rabattage = niveau dynamique – niveau statique

Classe	Méthode	Description
Forage	rabattage	La différence entre le niveau dynamique et le niveau statique d'un forage

Tableau IV .06 description de la méthode.

3.2.4 Schéma de MCD :

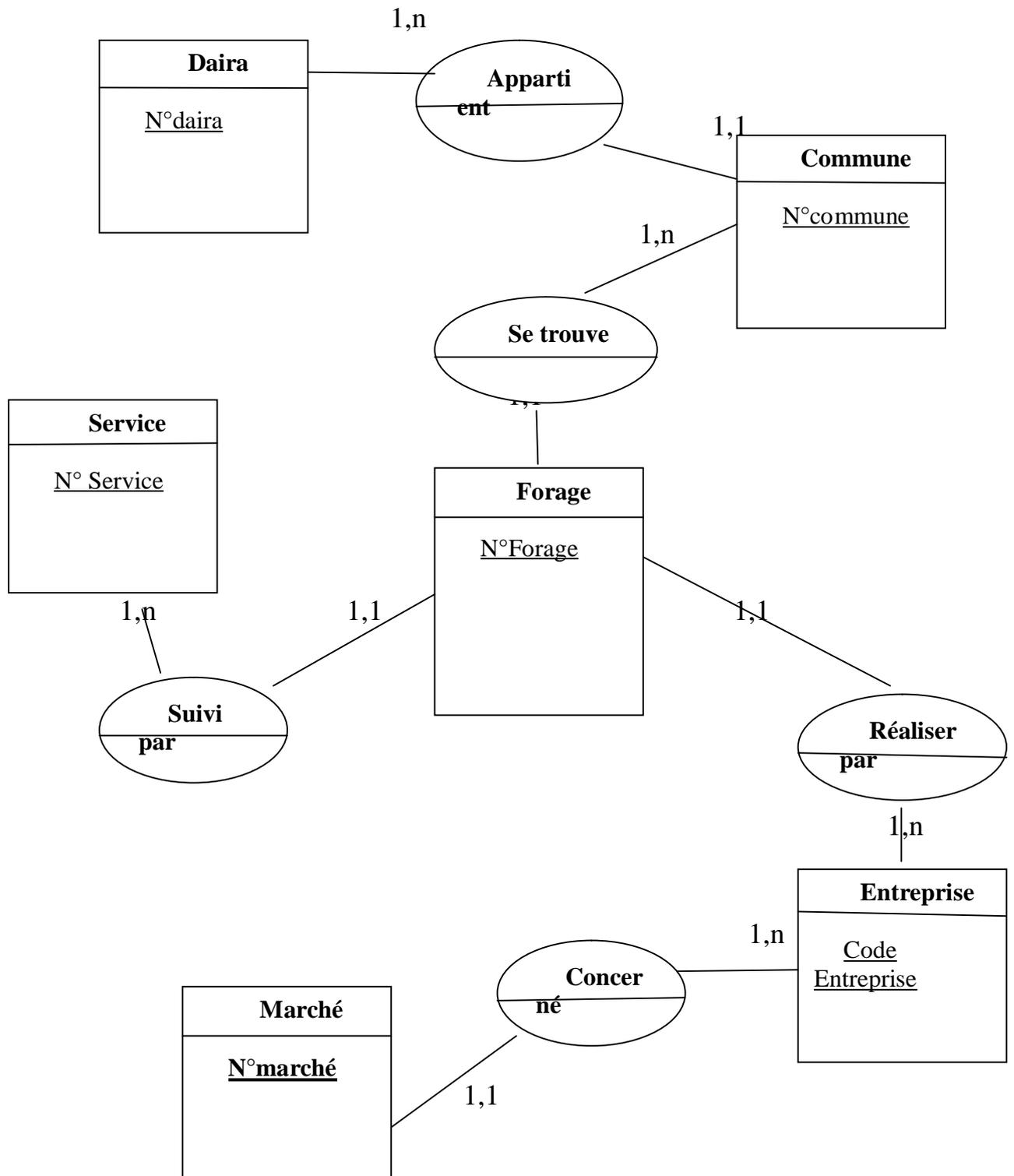


Figure :IV .07 Modèle conceptuelle de donnée MCD

3.2.5 Passage du MCD au modèle relationnel :

Règles de passage :

Ces règles permettent d'implémenter un objet conçu en orienté objet en utilisant une base de données relationnelles. [ROY 09].

Règle n1 : Toute classe devient une relation dans laquelle :

- Les attributs de la relation constituent les attributs de la classe.
- Si aucun des attributs de la classe ne peut jouer le rôle d'un identifiant, on en rajoute un, qui représentera la clé primaire de la relation.

Règle n2 : Une relation un vers un se traduit en portant dans une des relations la clé primaire de

l'autre. L'attribut ainsi rajouté s'appelle clé étrangère.

Règle n3 : Une association N vers 1 se traduit en portant dans la relation fille

(la relation créée à partir de la classe où la multiplicité de son côté est égale à N)

la clé primaire de relation mère (la relation où la multiplicité de son côté est égale à 1).

L'attribut ainsi rajouté s'appelle clé étrangère.

Règle n4 : Une association N vers N se traduit en :

- Créant une relation particulière qui contient comme attributs les identifiants des deux classes associées (après application de la règle n1).

- Ces attributs constituent à eux deux la clé primaire de la relation.
- Ils sont individuellement clés étrangères.
- Ajoutant la ou les éventuelles propriétés de l'association à cette relation (le cas d'une classe d'association).

Règle n5 : La relation d'héritage : Les relations d'héritage dans le modèle objet ne sont pas interprétées dans le modèle relationnel, néanmoins il existe deux solutions :

- Soit toutes les classes filles sont regroupées dans une même relation et des Attributs sont rajoutés pour distinguer entre les filles.
- Soit chaque fille sera interprétée par une relation, et dans ce cas il faut prendre En compte les attributs et relations que la classe mère possède.

3.2.6 Le modèle relationnel :

Daira (N° daira, désignation)

Commune (N° commune, désignation, N°daira)

Forage (N° forage, nom forage, x-utm, y-utm, x décimale, y décimale, débit, N°commune, N°service, Code entreprise)

Entreprise (Code entreprise, désignation)

Marché (N° marché, code entreprise)

Service (N°service, désignation service)

IV.4 Système de coordonnées (cartographie) et localisation :

En cartographie, un système de coordonnées est un référentiel dans lequel on peut représenter des éléments dans l'espace. Ce système permet de se situer sur l'ensemble du globe terrestre grâce à un couple de coordonnées géographiques.

Pour construire un système de coordonnées géographiques, il faut calculer un référentiel de la surface terrestre. Il en existe plusieurs pour des raisons historiques, techniques et d'usage.

Jusqu'à récemment les systèmes techniques de positionnement étaient fondés sur les principes locaux (comme la triangulation) et donc dans chaque région un système de coordonnées spécifique a été défini. La possibilité de définir des systèmes globaux pour l'ensemble de la terre est apparue avec les satellites notamment avec la mise en œuvre du système GPS. Comme il est assez compliqué de changer de système de coordonnées, car il faut notamment refaire toutes les cartes, on utilise encore fréquemment des systèmes de coordonnées anciens.

Un système de coordonnées mondial est forcément imprécis en raison de la dérive des continents qui induit des déplacements de l'ordre de quelques centimètres par an. Ainsi dans un système mondial les coordonnées d'un point considéré comme fixe évoluent ce qui n'est pas très pratique.[Web1,01]

1.1 IV.4.1 Notion de coordonnées :

Pour se localiser sur la [terre](#), il est nécessaire d'utiliser un [système géodésique](#) duquel découlent les coordonnées géographiques figurant sur les cartes. Celles-ci peuvent être exprimées soit sous la forme de [longitude](#) et [latitude](#) (coordonnées dites géographiques), soit en représentation cartographique plane (coordonnées dites en [projection](#)).

Les coordonnées géographiques sont exprimées en degrés sexagésimaux (Degrés Minutes Secondes), degrés décimaux, [grades](#) ou [radians](#) et donnent la latitude et la longitude d'un lieu par rapport à un [méridien](#). [Web2 ,02]

Dans notre cas le point d'impact de forage est matérialisé sur carte géographique à l'aide d'un GPS

Exemple :

N 27 57 35

W 00 17 15

IV.4.2 Méthode de transfert de coordonnée Lambert vers les coordonnées décimales :

L'objectif de cette transformation est l'adaptation des données manipulées par les logiciels SIG et l'homogénéité des unités de mesure.

Exemple :

Pour le forage de Sidi Oumr Commune Aougrou

X_UTM	Y_UTM	Longitude	Latitude	x	y
828729,53	3293272,84	00°23'53"E	29°43'34"N	00,23,53	29,43,34

Le format de représentation :

Chaque coordonnée est représentée en (degré, minute, seconde)

Pour transférer en coordonnées décimales :

1. Le nombre de degrés représente la partie entière.
2. le nombre de minutes divisé par 60.
3. le nombre de secondes divisé par 3600.

Et en fait l'addition après la transformation des minutes et degrés à la partie décimale.

Par convention :

Longitude : plus (+) pour le nord , et moins (-) pour le sud.

Latitude : plus (+) pour l'est , et moins (-) pour l'ouest.

Chapitre V

Réalisation et mise en place de la solution

Introduction :

Ce chapitre est consacré à la présentation d'une application SIG que nous avons développé.

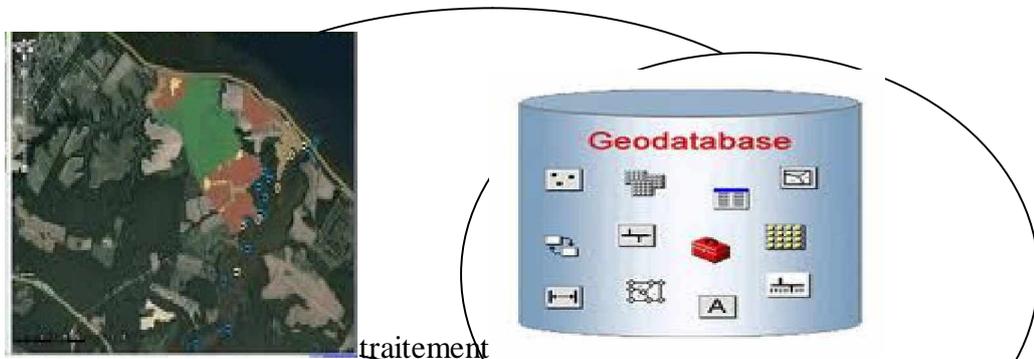
En effet, notre système d'information géographique fournit des fonctions comme : la recherche, la sélection, mise à jour, statistique et l'impression qui ont comme objectif, répondre à des questions concernant la gestion des forages d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Adrar.

V-2 Objectif :

L'objectif consiste à élaborer un SIG du forage d'AEP de la wilaya. Fondé sur le formalisme UML et en s'exprimant en langage naturel, il faut que l'utilisateur puisse déterminer rapidement et de manière adéquate les références aux objets unique qui fournissent les coordonnées requises afin de positionner les lieux sur une carte et dans le SIG. Le but ultime du système consiste à accroître la qualité des localisations en termes de précision et d'exactitude.

V-3 Architecture de travail :

Un projet SIG nécessite de faire réunir trois composants qui sont :



Géo visualisation

Géo data base

Figure V-1: Architecture de travail

V-3-1 La géo visualisation :

Avoir les cartes géographiques qui représentent le domaine d'étude.

V-3-2 La géodatabase :

Concevoir la base de données spatiale (géographique) qui va contenir à la fois les données attributaire spatiales des entités géographiques représentés sur la carte.

V-3-3 La géoprocessing :

Qui correspond à l'application (type d'analyse) que doit assurer notre système d'information géographique.

Pour cela et pour atteindre notre objectif, il nous a fallu décomposer notre travail en trois grandes étapes qui sont :

- Û Le traitement de la carte géographique : cette étape à pour but d'assurer l'aspect de géovisualisation. Ce traitement se résume dans :
 - § La correction des erreurs de numérisations
 - § L'établissement de la sémiologie
 - § La séparation des couches
 - § La superposition de la carte sur une image suivant une référence de projection.
- Û La conception de la base de données géographique : cette partie aura pour but d'assurer l'aspect de géodatabase, en d'autre terme c'est l'étape de construction de la base de données géographique, mais surtout d'assurer son intégrité vis-à-vis, non seulement de son contenu, mais aussi de celui de la carte.
- Û La réalisation de l'application : c'est le géoprocessing, la réalisation de cette partie conduit à décider vers quelles catégories de personnes est adressé ce système d'information géographique, en effet elle correspond au résultat d'une étude menée sur un problème donné. En plus c'est l'application qui va jouer le rôle de parcelle entre le module de géodatabase et le module de géovisualisation (pour notre cas c'est l'interface développé en Déphi).

Que peut-on utiliser comme logiciel pour réaliser un SIG ?

Selon les trois étapes, on peut classifier les logiciels en trois catégories :

- Û Les logiciels SIG (ArcGis, ArcView,MapInfo).
- Û Les systèmes de gestion de base de données (Oracle, SQL Server, PostgreSQL)

ù Les langages de programmations (Delphi, Visual Basic, C++ Builder)

V-4- Les logiciels SIG :

Il y a beaucoup de logiciel SIG (ou systèmes d'information géographiques bureautiques), nous citons à titre exemple ceux que nous avons pu avoir en précisant celui utilisé dans notre projet :

V-4-1 Le logiciel ArcView :

ArcView est le logiciel SIG d'entrée de gamme d'ESSSRI. Les versions 3.xx, bien qu'encore commercialisées et très utilisées, ont été remplacés par version 8, qui font partie de la nouvelle gamme ArcGis.

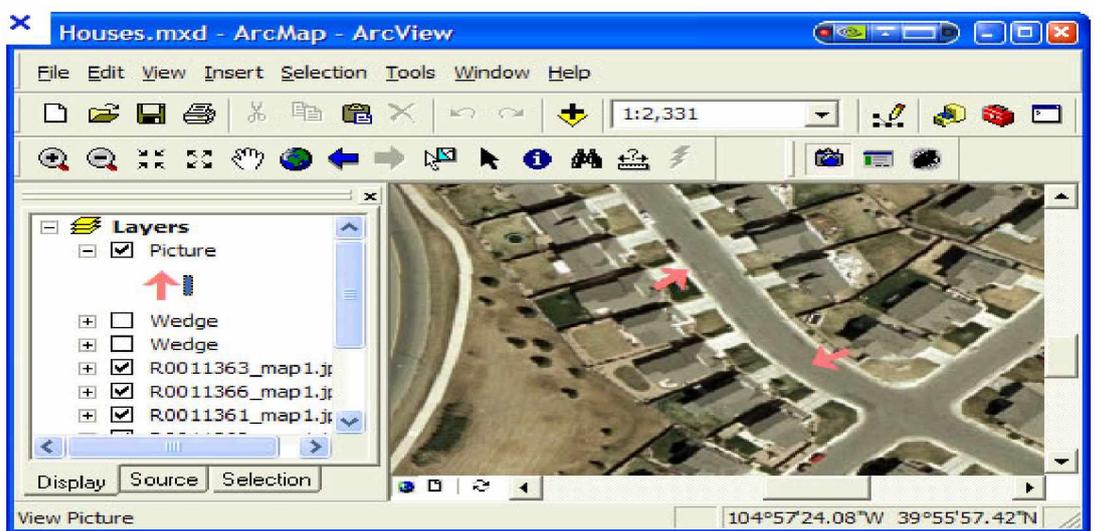


Figure V-2 : L'interface ArcView

V-4-2 Le logiciel MapInfo :

MapInfo est un logiciel modulaire, ce logiciel peut aussi bien être fourni en version mono poste que multi utilisateurs accessible par réseau



Figure V-3: L'interface de MapInfo

C'est un outil de type systèmes d'information géographique bureautique qui sert à créer de l'information géographique, à traiter de l'information et à la cartographier.

En complément de MapInfo Professional, il existe d'autres outils qui peuvent aider à régler les problèmes :

ü Vertical mapper :

Est un outil de création et d'exploitation de l'information géographique sous forme de grilles (Grid) assez puissant (MNT, exploitation d'images raster en relief). Vertical mapper est un logiciel diffusé par la société Marconi de type Plug-in, qui s'utilise avec l'environnement MapInfo Professional.

ü ChronoMap et Chrono Via :

Logiciels de la société française Magellan Ingénierie qui est conçus pour le calcul d'itinéraires, l'optimisation de tournées et la recherche de proximité (isochrones).

ü MapInfo MapX :

Est l'ActiveX cartographique des développeurs d'applications MapInfo. Etant un ActiveXMapInfo MapX s'intègre facilement dans tout type d'applications existes ou nouvelles, L'enrichissant de puissantes fonctions de représentations cartographiques ou de fonctions

d'analyse Géo Décisionnelle. Il vient donc enrichir en fonctions cartographiques les langages de développement (Visual Basic, Visual C++) déjà maîtrisés par les développeurs.

Û MapXtreme Java Edition :

Pour internet, est une solution cartographique, 100 portables sur toutes les plates-formes (Unix ou Windows NT), MapXtreme Java Edition pour internet est une solution pour intégrer les applications cartographiques sur internet/intranet.

V-4-2-1 La structure des données au format MapInfo :

MapInfo est un logiciel qui structure les informations en tables. Une table est un ensemble de fichiers qui sont manipulés ensemble par logiciel.

- Û *.tab : c'est un fichier texte qui décrit la structure de table ; c'est toujours un petit fichier en terme de taille.
- Û *.dat : c'est un fichier qui contient les données attributaires de table. Sa taille est donc proportionnelle au nombre d'enregistrements dans la table et à la taille, en octet, d'un enregistrement.
- Û *.map : c'est un fichier binaire qui contient notamment l'information géométrique de la table.
- Û *.id : c'est le fichier qui va faire correspondre les parties alphanumériques et géométriques des 'objets'.
- Û *.ind : c'est un fichier d'indexe sur une colonne. Il peut y avoir plusieurs colonnes d'une table indexées.
- Û *.mif : c'est un fichier qui contient les coordonnées cartésiennes de chaque objet géographique de la carte.

V-4-2-2 Le choix :

Notre disposition des produits complémentaires de la gamme MapInfo (MapBasic, MapX), en plus de sa disponibilité sur le marché et parce que les possibilités offertes par cette gamme convient aux attentes formulées en matière de développement d'application nous a conduit à le choisir (MapInfo).

V-5 Les langages de programmations :

Les langages de programmations citées ici, sont parmi ceux qui peuvent être connecté aux logiciels SIG bureautique vue précédemment.

V-5-1 MapBasic :

Est un langage de programmation qui permet de personnaliser une application MapInfo.

Par exemple, étendre ses fonctionnalités cartographiques, automatiser des traitements répétitifs ou intégrer MapInfo dans d'autres applicatifs. MapBasic contient des procédures permettant, en quelques lignes de code, d'intégrer la dimension géographique dans vos applications en y exploitant des cartes et des fonctions cartographiques. Les programmes MapBasic sont facilement intégrables dans des développements réalisés dans d'autres langages tels que Visual Basic, Delphi, C++...etc.

V-5-2 Le Visuel C++ :

Est un environnement de programmation objet, exploitant le langage C++ et proposant les bibliothèques Microsoft sous-jacents à Windows. C'est un sur ensemble du C, il y ajoute, entre autre de fonctionnalités objet : l'encapsulation, l'héritage, le polymorphisme, ainsi qu'un ensemble de nouvelle fonctionnalités : le contrôle de type, les arguments par défauts. Ce mode de programmation reprend aussi les fonctionnalités d'interface graphique (Visual).

V-5-3 Le choix :

Tous les logiciels cités conviennent pour être utilisés pour le traitement de table MapInfo.

Dans cette catégorie de développement, nous allons utiliser de Delphi7 et MapBasic. Le Delphi parce qu'il est simple à utiliser, il possède beaucoup d'avantages en matière de base de données. En ce qui concerne le MapBasic, ses programmes sont facilement intégrables dans le Delphi et permettent d'étendre ses fonctionnalités pour qu'ils prennent en considération l'aspect géographique.

V-6 Les systèmes de gestion de base de données :

De même, il y'a pas mal d'SGBD qui peuvent être utilisés comme oracle, SQL server, postgresSQL.

V-6-1 Oracle :

Disponible sur de nombreuses plates-formes, permettant d'assurer la définition et la manipulation des données, leur cohérence, leur confidentialité, leur sauvegarde et leur restauration ainsi que l'accès concurrent.

Il permet aussi de s'interfacer avec des produits divers et d'assistants de création de base de données et de configuration de celle-ci.

V-6-2 SQL server :

Disponibilité en version libre limitée, c'est un SGBD permettant d'envoyer des requêtes via http et supportant XML et de crée des bases de données.

V-6-3 PostgreSQL :

SGBD fonctionnant sur des systèmes de type UNIX (Linux, Solaris, Windows), c'est un logiciel libre ces avantages sont :

- Open source et gratuit.
- Fiable et relativement performant, tout en restant simple d'utilisation.
- Supporte la majorité du standard SQL-92 et possède en plus un certain nombre d'extension.
- Très riche fonctionnellement, notions d'héritage de tables, multitude de modules.
- Simple d'utilisation et d'administration.
- Héritage de tables.

V-7-Mise au point :

V-7-1 Traitement sur la carte géographique :

Les étapes de traitement :

Ü Identification et correction des erreurs :

Etape qui consiste à sélectionner, modifier, détruire, copier et ajouter des éléments graphiques.

Tout d'abord il faut importer les cartes sur MapInfo (*.tab).

La correction des erreurs se résume en :

- Faire relier les lignes coupées.

- Assembler les lignes ou polygones qui constituent un polygone, puis les convertir en ce dernier.
- Dessiner les lignes ou polygones manquantes.
- La création des tables d'attributs : ces tables d'attributs contiennent les données descriptives associées graphiques qui ont été numérisées. L'ensemble de ces tables est relié par le biais d'un identificateur unique associé à chaque élément graphique.

V-7-2 La séparation en couches :

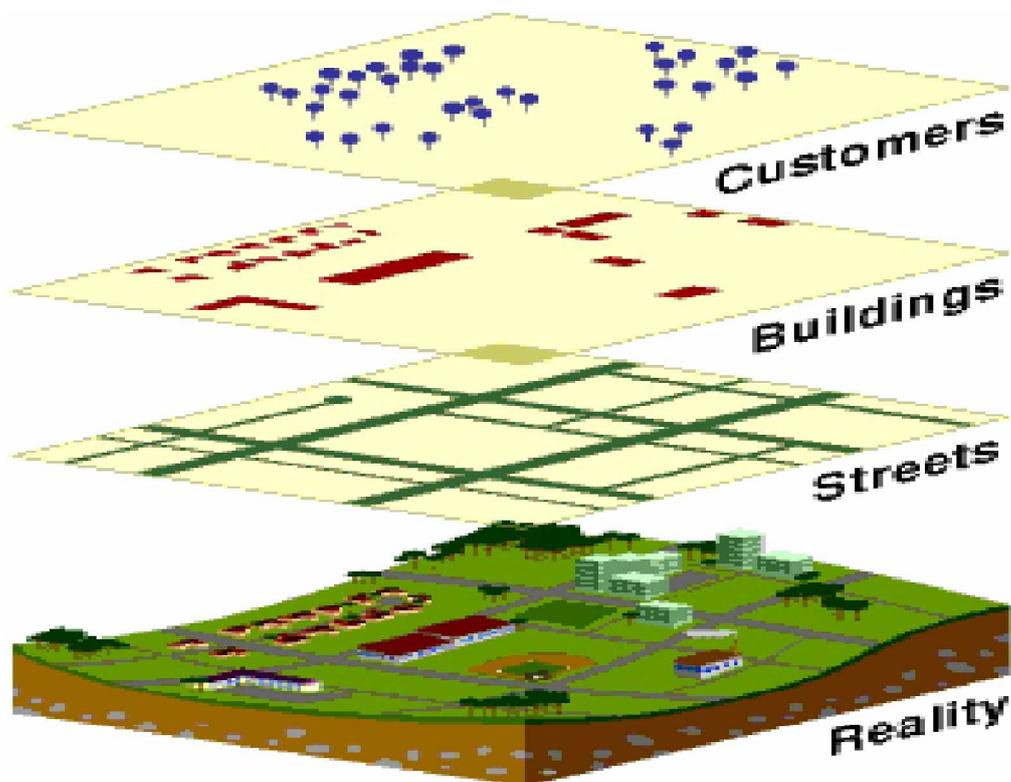


Figure V-4: La séparation en couches

V-7-3 La sémiologie :

Il en est de même pour la sémiologie, qui consiste à choisir les symboles, les couleurs, le placement de texte,etc, de manière à mettre en évidence les caractéristiques propres de la carte.

Le fond de carte (background) :

Les bases de données géographiques sont censés d'être une modélisation du monde réel mais souvent ce sont des modélisations de cartes.

Pour être sur, un SIG est une carte unique couverte la totalité de surface d'intérêt et on peut ajouter ou enlever des couches, zoomer, ...etc. Tous ça à beaucoup d'avantages sur les cartes papier, mais des points, des polygones sur le fond de l'ordinateur ne donnent pas l'impression de présenter le monde réel.

V-8 La réalisation de l'application :

Notre SIG développer permet d'effectuer certains fonctionnalités courants telles que la sélection des données désirées, la création des cartes thématiques et en plus la fonctionnalité standard assurée par n'importe quelle SIG tel que Zoom Avant Arrière, le contrôle de la carte (déplacement), l'affichage par couche, mise a jour des forages, statistique et autres.

Puisque on a utilisé le MapInfo version 10 pour le traitement des cartes, on l'a également choisi pour l'affichage de nos cartes dans notre application et ceci grâce à une connexion entre lui et le Delphi version 7, en effet notre programmation en Delphi7 repose sur des appels aux procédures et des fonctions proposent en MapBasic, dont on va monter comment le fonctionnement :

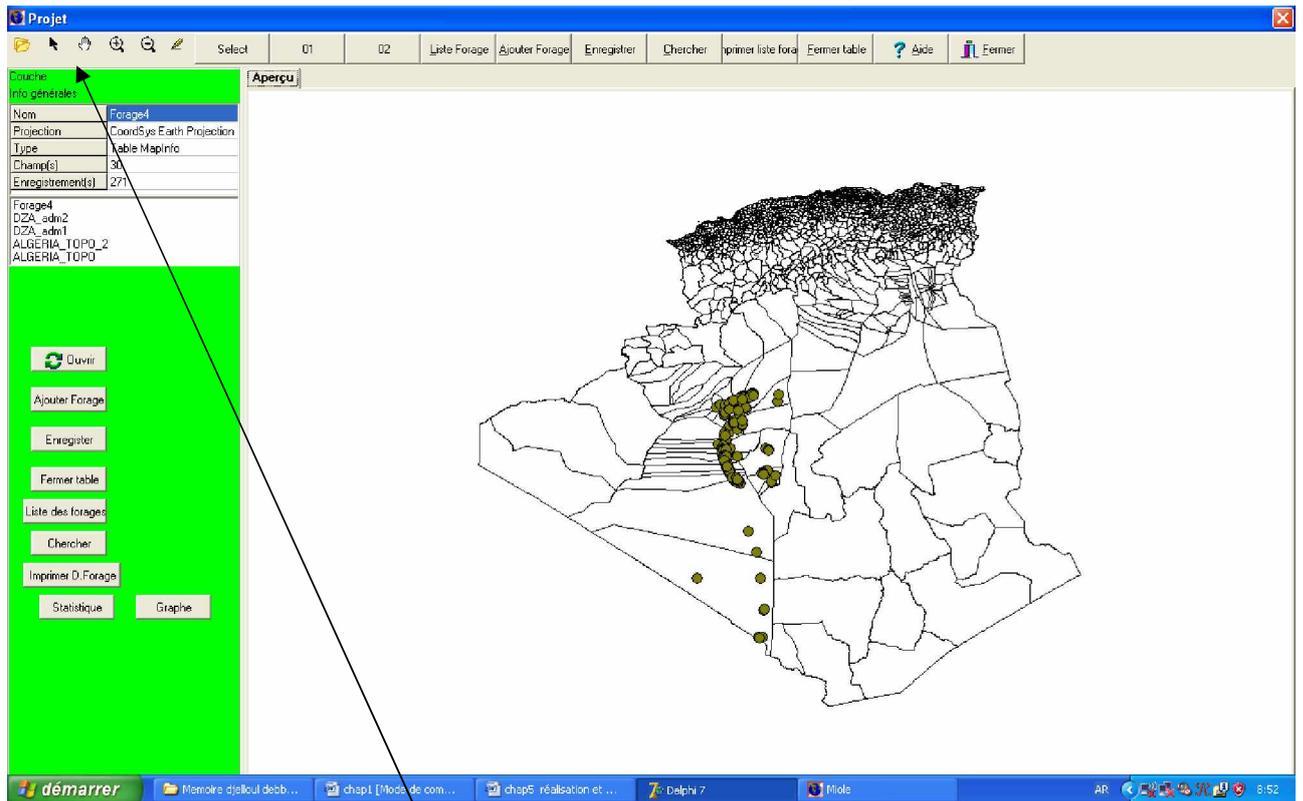
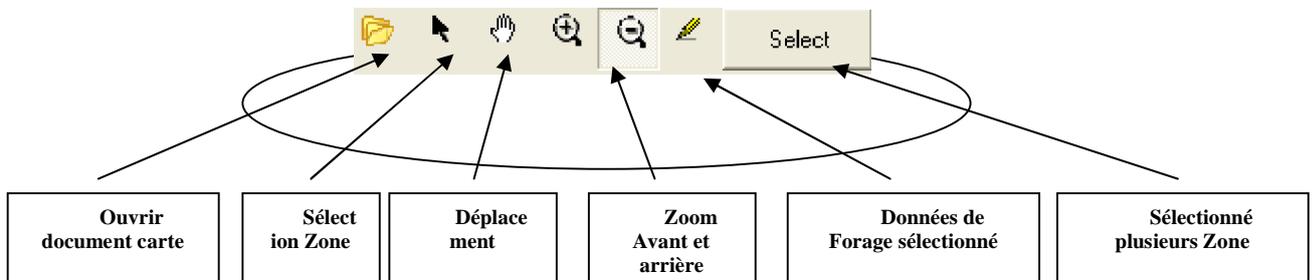


Figure V-5: L'interface du logiciel



V-8-1 La connexion entre Delphi et MapInfo :

Cette connexion consiste à utiliser le Delphi comme un client pour MapInfo, Ceci veut dire que toutes les boîtes de dialogues et les messages d'erreur que renvoie MapInfo sont affichés par Delphi, voici une illustration par code :

```

procedure TfmVisionneuse.FormCreate(Sender: TObject);

var

    MsgString: String;

begin

```

```

Vue := 0;

// Instanciation de l'objet MapInfo.

try

    OleMapInfo := CreateOLEObject('MapInfo.Application');

except

    begin

        ShowMessage('Impossible de démarrer l'application' + #13

            + 'MapInfo ou runtime MapInfo est requis pour faire démarrer l'application');

        Application.Terminate;

    end

end;

...

end;

```

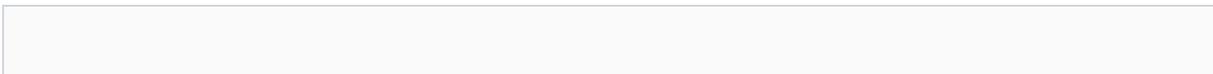
OleMapInfo est une variable globale de type OleVariant. Notre code est protégé par un try ... except ...end pour gérer une éventuelle erreur d'instanciation. A ce stade, si notre programme ne retourne pas de message d'erreur, notre objet est instancié et n'attend qu'à être exploité.

V-8-2 Préparation de l'affichage :

Pour afficher une carte MapInfo dans notre panel "pnlMapper" celui-ci devra être capable de recevoir les commandes MapInfo. Donc, c'est dans cet espace que notre fenêtre exécutera les commandes MapInfo. Pour ce faire voici la commande prévue :

```
Set Application Window sWinHand
```

Voici le code complet permettant de préparer notre fenêtre pour accepter l'exécution des commandes qui lui seront passées.



```

Str(pnlMapper.Handle, sWinHand);

// Préparation de l'affichage nécessaire sinon aucune vue ne sera présente

MsgString := 'Set Application Window ' + sWinHand +

    'Set Window Info Parent ' + sWinHand +

    'Set Window Info ReadOnly '+

    'Set Next Document Parent ' + sWinHand + ' Style ' +

IntToStr(WIN_STYLE_CHILD);

OleMapInfo.Do(MsgString);

'Set Window Info Parent ' + sWinHand +

```

Ayant fini avec les fenêtres dont nous avons besoin, plus rien qu'à dire à notre application que notre document MapInfo doit être affiché dans la fenêtre préparée à cet effet

Affichage d'un document Map :

Pour l'affichage d'un document MapInfo il n'y a plus grand chose à dire, la commande appropriée est :

```

MsgString := 'Run Application "' + Doc_carte + '"';

OleMapInfo.Do(MsgString);

```

Avec Doc_carte le chemin complet du document à afficher ! Le résultat obtenu est comme celui-ci.

La ToolBar "tbMenu"

La ToolBar regroupe plusieurs boutons de type " TToolButton ". Chacun d'eux prend en charge une fonction de base du SIG MapInfo :

-  tbOuvrir : permet de naviguer dans les dossiers et de choisir un document MapInfo (*.wor) pour l'afficher dans la visionneuse. Un document MapInfo est constitué de commandes c'est d'ailleurs ces " commandes " qui vont être manipulées par notre visionneuse, donc une bonne connaissance de ces

commandes est nécessaire pour être capable de les appeler via des méthodes appropriées tel que Do et Eval.

-  tbSelection : permet de sélectionner une région (polygone), une ligne ou un point. La multi sélection est prise en charge avec comme contrainte " multi sélection dans la même couche (on parle le plus souvent de tables dans MapInfo). Ceci est d'ailleurs très correct puisque les objets sont regroupés par table.
-  tbDeplacement : lorsqu'on a une vue étendue qui ne tient pas en totalité sur notre écran, on a besoin à un moment donné de visualiser une partie " cachée " c'est le rôle de ce bouton d'ailleurs très présent dans bon nombre d'applications.
-  tbZoomAvant : agrandissement de la vue ; en relation avec l'échelle puisque c'est un SIG donc pas de problème avec la résolution de votre écran.
-  tbZoomArrire : effet inverse du bouton tbZoomAvant.
-  tbInfo : cet outil est très pratique du fait qu'il affiche l'information de la table de données. Notons, en même temps, que si on pointe sur une zone où sont superposés plusieurs objets, notre outil nous propose autant de couches que d'objets et à la sélection de la couche s'affiche les informations concernées.
-

La syntaxe est la même pour chacun des éléments, seul l'identifiant diffère :

Partie ToolBar

```
procedure TfmVisionneuse.tbSelectionClick(Sender: TObject);  
  
begin  
  
    // Sélection  
  
    OleMapInfo.do('Run Menu Command '+ IntToStr(M_TOOLS_SELECTOR));  
  
end;  
  
procedure TfmVisionneuse.tbDeplacementClick(Sender: TObject);  
  
begin  
  
    // Déplacement  
  
    OleMapInfo.do('Run Menu Command '+ IntToStr(M_TOOLS_RECENTER));  
  
end;  
  
procedure TfmVisionneuse.tbZoomAvantClick(Sender: TObject);  
  
begin
```

```

// Zoom avant

OleMapInfo.do('Run Menu Command '+ IntToStr(M_TOOLS_EXPAND));

end;

procedure TfmVisionneuse.tbZoomAriereClick(Sender: TObject);

begin

// Zoom ariere

OleMapInfo.do('Run Menu Command '+ IntToStr(M_TOOLS_SHRINK));

end;

procedure TfmVisionneuse.tbInfoClick(Sender: TObject);

begin

// Info

OleMapInfo.do('Run Menu Command '+ IntToStr(M_TOOLS_PNT_QUERY));

end;

```

V-8-3 La création du menu contextuel :

Le menu contextuel a été personnalisé pour répondre à notre visionneuse. Comme il est question d'un simple affichage de documents MapInfo, sans permettre à l'utilisateur de modifier les données ni les graphiques, notre menu ressemblera à cette fenêtre. L'appel du menu contextuel et la personnalisation de ses éléments est donné dans le code suivant :

```

MsgString := 'Create Menu "MapperShortcut" As ' +
  "'Redessiner" Calling ' + IntToStr(M_WINDOW_REDRAW) + ',' +
  "'(-', +
  "'Déplacer" Calling ' + IntToStr(M_TOOLS_RECENTER) + ',' +
  "'Agrandir (Zoom +)" Calling ' + IntToStr(M_TOOLS_EXPAND) + ',' +
  "'Réduir (Zoom -)" Calling ' + IntToStr(M_TOOLS_SHRINK) + ',' +
  "'Vue Personnalisée (Zoom ?)" Calling ' + IntToStr(M_MAP_CHANGE_VIEW) + ',' +
  "'(-', +
  "'Afficher Toute la couche" Calling ' + IntToStr(M_MAP_ENTIRE_LAYER) + ',' +
  "'Zoom précédent" Calling ' + IntToStr(M_MAP_PREVIOUS) + ',' +
  "'(-', +
  "'Projet de fin d'étude 2012";
OleMapInfo.do(MsgString);

```

V-8-4 La création des cartes thématiques :

Analyse thématique permettant d'extraire de l'information qualitative ou quantitative relative aux attributs qui caractérisent les entités spatiales dans une base de données. Cette analyse peut s'effectuer sur une seule table d'attributs ou sur plusieurs tables à la fois.

Le résultat de cette analyse est visualisé sur ce qu'on appelle : la carte thématique.

V-8-5 Ouvrir un fichier carte :

Il suffit de cliquer sur le bouton 'ouvrir' voit figure

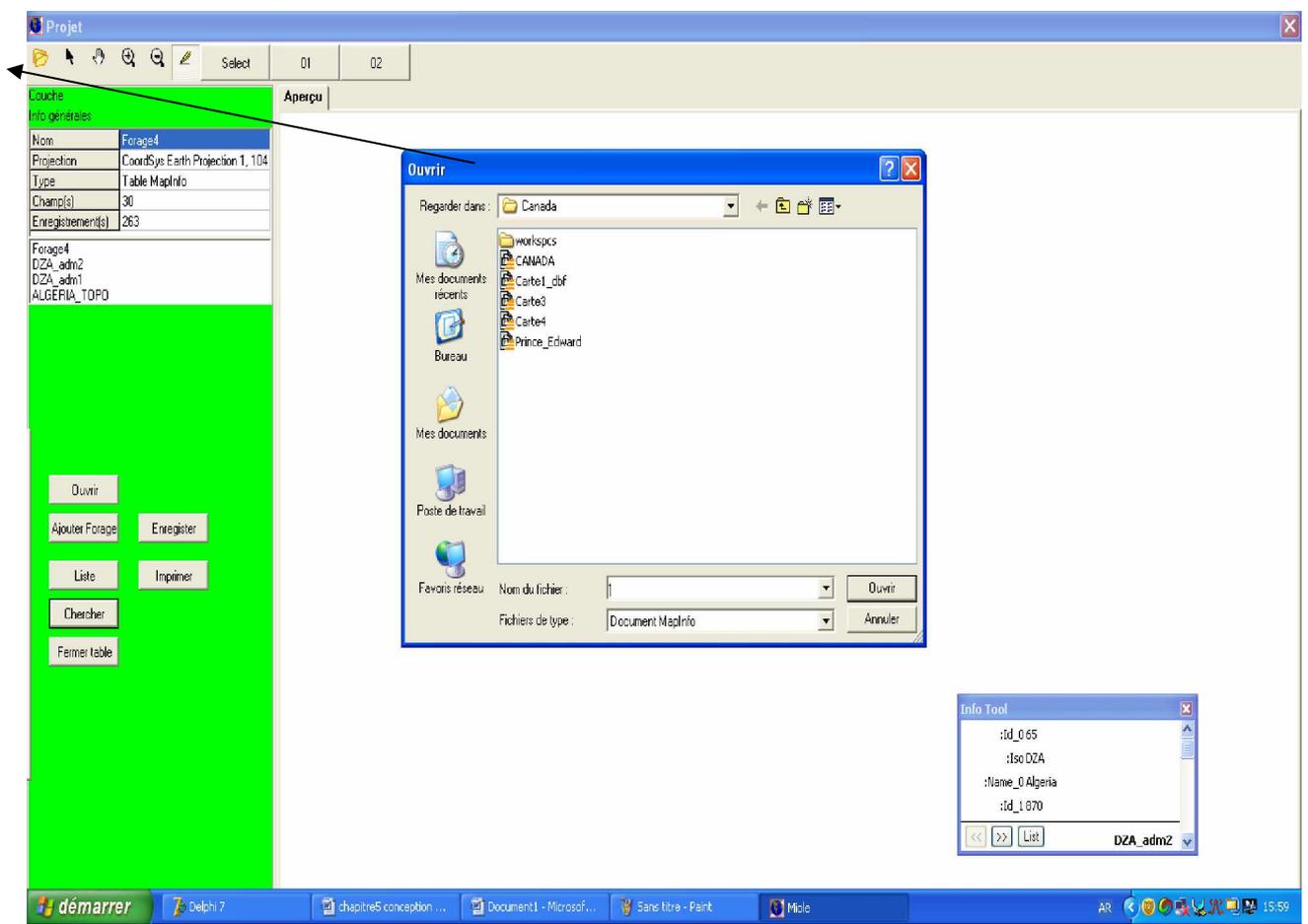


Figure V-6: Boite de dialogue pour ouvrir un fichier carte

V-8-6 Liste des forages :

Pour afficher la liste de tous les forages de la wilaya d'Adrar

Visionneuse de cartes MapInfo

Select 01 02

Liste des Forages

Ouvrir Fermer

N	WILAYA	DAIRA	COMMUNE	LIEU_DIT	DESIGNATIO	X_UTM	Y_UTM	LONGITUDE	LATITUDE	X	Y	XDEC	YDEC
1	ADRAR	TINERKOUK	KSAR KADOUR	SIDI MANSOUR	SIDI MANSOUR	326729.5236	3272.843866	00°23'53"E	29°43'34"N	00,23,53	29,43,34	1.338066556	3.726111111
2	ADRAR	TINERKOUK	TINERKOUK	TABELKOZA	TABELKOZA	1542.513607	1738.744204	00°44'21"E	29°47'03"N	00,44,21	29,47,03	1.739166667	3.784166667
3	ADRAR	TINERKOUK	TINERKOUK	TAZLIZA	TAZLIZA	3672.065496	10759.35001	00°41'20"E	29°47'09"N	00,41,20	29,47,09	1.668888889	3.785833333
4	ADRAR	TINERKOUK	TINERKOUK	TAANTAS	TAANTAS 02	1700.727672	3370.749399	00°44'18"E	29°43'04"N	00,44,18	29,43,04	1.739333333	3.717777778
5	ADRAR	TINERKOUK	TINERKOUK	TAANTAS	TAANTAS 01	1666.903218	3246.232189	00°44'19"E	29°44'06"N	00,44,19	29,44,06	1.738611111	3.734722222
6	ADRAR	TINERKOUK	TINERKOUK	AIN HAMOU	AIN HAMMOU	4784.566996	38386.26915	00°40'07"E	29°45'53"N	00,40,07	29,45,53	1.668611111	3.764722222
7	ADRAR	TINERKOUK	TINERKOUK	FATIS	FATIS	3933.480425	5497.920968	00°39'32"E	29°44'21"N	00,39,32	29,44,21	1.658888889	3.739166667
8	ADRAR	CHAROUINE	TALMINE	BOUKEZINE	TALMINE 01	3633.154008	4216.599123	00°31'56"W	29°18'15"N	00,31,56	29,18,15	1.532222222	3.304166667
9	ADRAR	ADUGROUT	METARFA	OUFFRANE	OUFFRANE	2616.968437	1370.660545	00°11'41"E	29°32'30"N	00,11,41	29,32,30	1.194722222	3.541666667
10	ADRAR	CHAROUINE	TALMINE	TAGHOULZI	TAGHOULZI	2303.878261	5114.960793	00°24'00"W	29°24'00"N	00,24,00	29,24,00	0.4	2.9
11	ADRAR	TINERKOUK	KSAR KADOUR	KSAR KADOUR	KSAR KADOUR	3934.516493	7314.432195	00°22'29"E	29°34'59"N	00,22,29	29,34,59	1.374722222	3.582777778
12	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	TIMIMOUN	TIMIMOUN I	7457.363251	39520.25505	00°15'58"E	29°14'41"N	00,15,58	29,14,41	1.266111111	3.244722222
13	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	BADRIANE-TLALET	BADRIANE 01	7523.589024	3795.907018	00°22'35"E	29°19'32"N	00,22,35	29,19,32	1.376388889	3.325666667
14	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	TADURSIT	TADURSIT	2432.500654	1491.309319	00°12'44"E	29°10'25"N	00,12,44	29,10,25	1.212222222	3.173611111
15	ADRAR	TINERKOUK	KSAR KADOUR	OULED AICH-SIDI ABDELLAH	IN GUELLOU	3906.609494	3971.766432	00°20'47"E	29°40'14"N	00,20,47	29,40,14	1.346388889	3.670666667
16	ADRAR	TINERKOUK	KSAR KADOUR	TILEGHMINE	TILEGHMINE	3472.735792	3144.357755	00°24'15"E	29°40'47"N	00,24,15	29,40,47	1.404166667	3.679722222
17	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	TIMIMOUN	TIMIMOUN II	3294.293405	3566.799123	00°15'14"E	29°14'11"N	00,15,14	29,14,11	1.253888889	3.236388889
18	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	TIMIMOUN	TIMIMOUN IV	3031.448972	3269.736042	00°15'05"E	29°14'34"N	00,15,05	29,14,34	1.251388889	3.242777778
19	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	MACINE	MACINE 02	3042.984252	1218.409396	00°17'20"E	29°15'34"N	00,17,20	29,15,34	1.251111111	3.253444444
20	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	Z.S. BELKACEM-BENI MEHLAL	ZAOUIET SIDI BELKACEM	3656.901336	7140.009542	00°13'35"E	29°13'27"N	00,13,35	29,13,27	1.226388889	3.224166667
21	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	TIMIMOUN	TIMIMOUN V	7154.516374	3746.082531	00°15'46"E	29°14'16"N	00,15,46	29,14,16	1.262777778	3.237777778
22	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	EL OUAJDA-TSMANA	EL OUAJDA	3304.775598	1326.102946	00°14'30"E	29°10'17"N	00,14,30	29,10,17	1.241666667	3.171388889
23	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	BENI MLOUK/D.TAHER/MSAHEL	BENI MELOUK	2432.500654	1491.309319	00°12'44"E	29°10'25"N	00,12,44	29,10,25	1.212222222	3.173611111
24	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	EL GASBA-EL KEF	EL GASBA	24312.17309	3594.905107	00°20'19"E	29°18'24"N	00,20,19	29,18,24	1.338611111	3.303666667

démarrer Delphi 7 chapitre5 conception ... Mole Sans titre - Paint AR 15:41

Figure V-7: Liste des forages AEP de wilaya

V-8-7 Recherche :

Pour la recherche on clique sur le boutons ‘Recherche’ une boîte de dialogue s’affiche, on a trois critère de recherche : par commune, par Daïra et par le Nom de forage.

Exemple : Si on veut afficher les forages de la commune d’Adrar avec ses caractéristique on sélection la 1^{ère} page ‘Par commune’ et on choisi dans le critère de la commune = ‘ADRAR’ voir figure sous dessous :

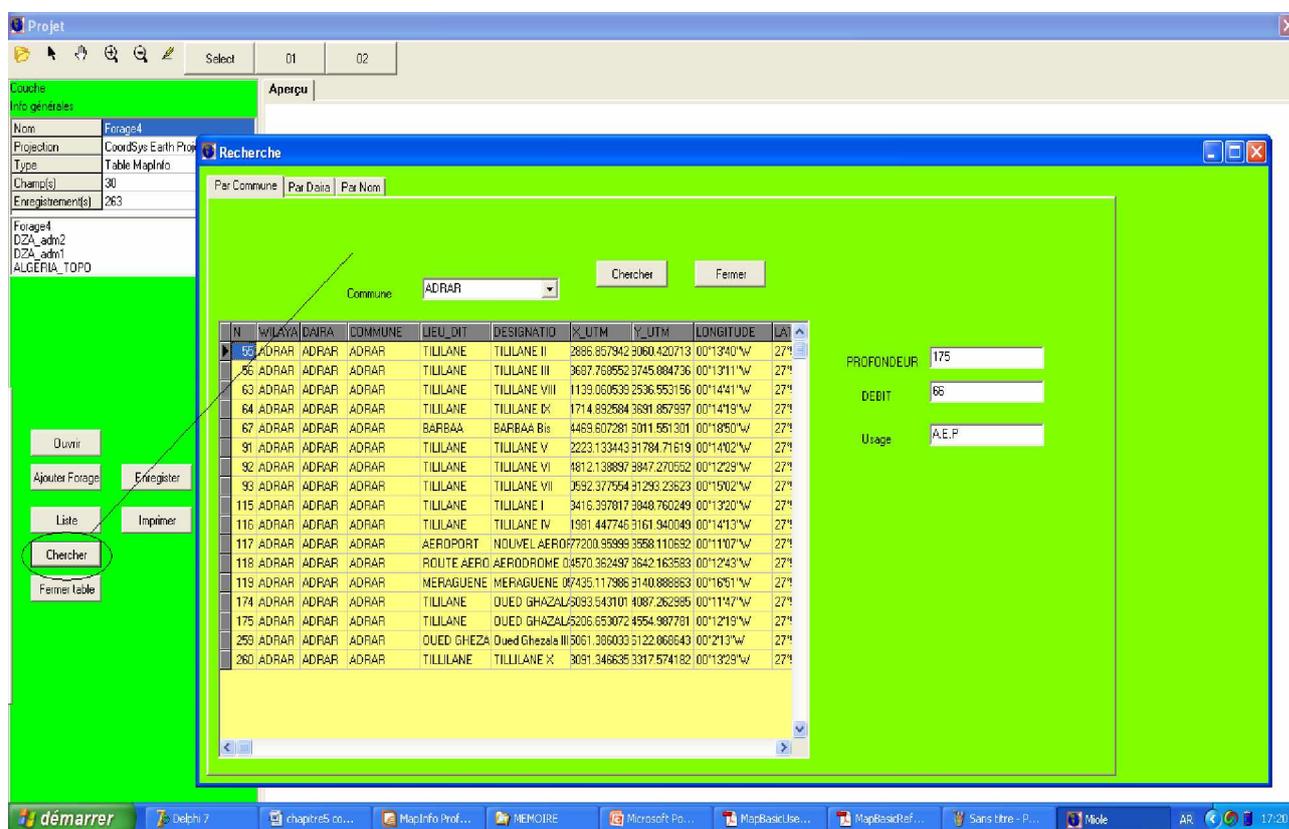
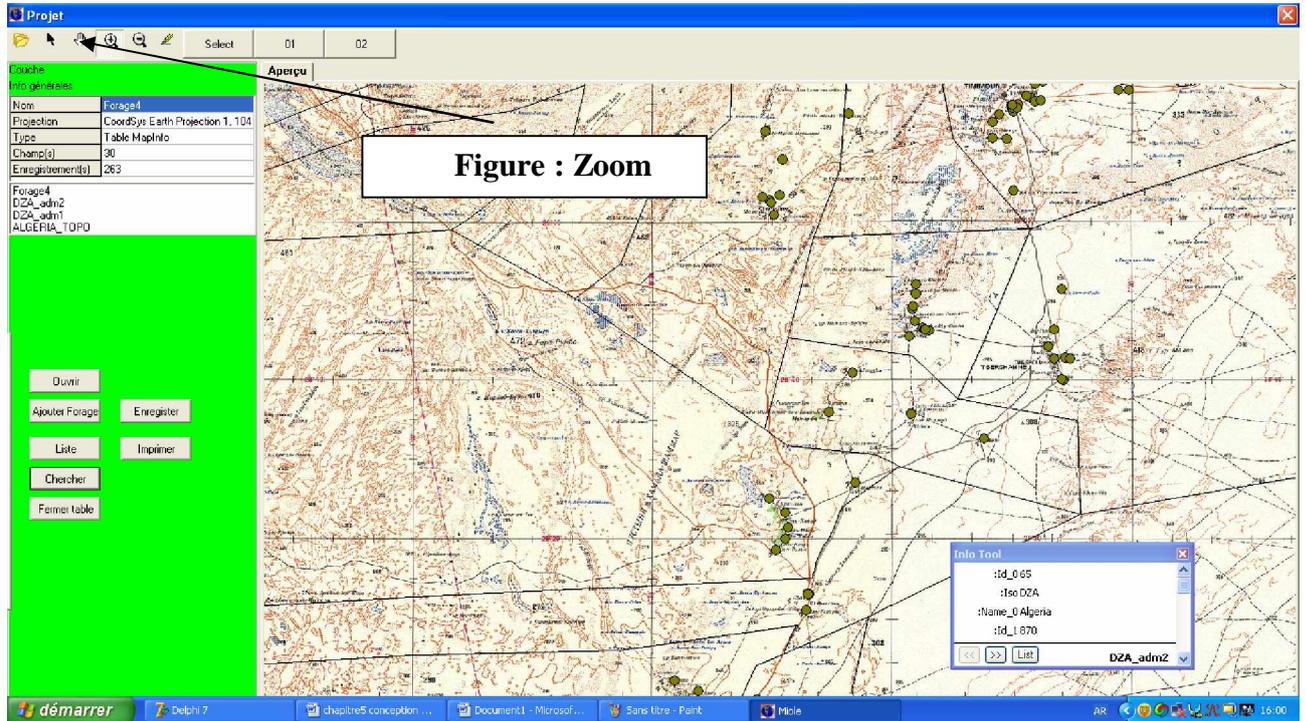


Figure V-8 : Recherche les forages de la commune d’Adrar

V-8-8 Zoom avant :

Pour agrandir la carte on sélectionne le bouton 'Zoom avant ' voir Figure :



Vue générale de la carte :

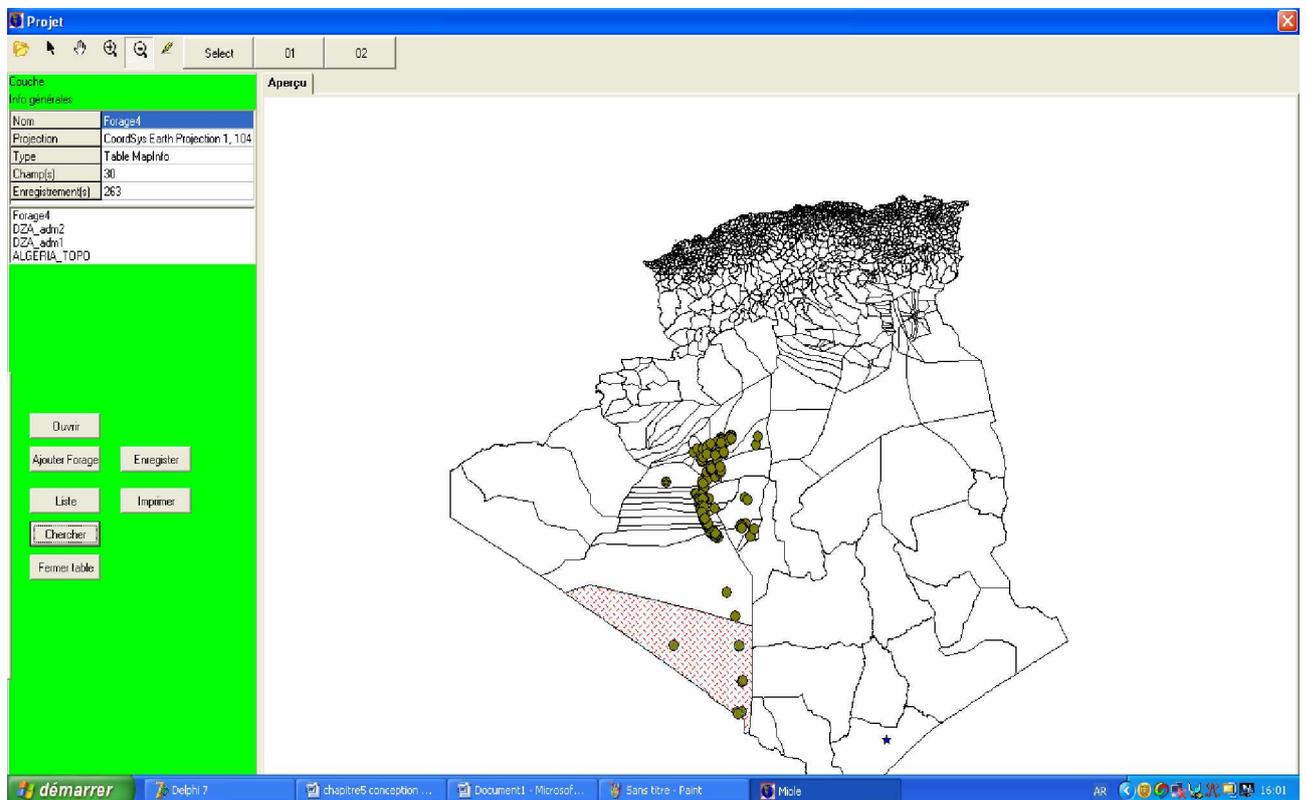


Figure V-9: Vue générale de la carte

V-8-9 Information et modification les données du forage (caractéristique) :

Pour voir les informations (caractéristique) du forage il suffit de cliquer sur le bouton 'information', puis on clique sur le point du forage, une boîte de dialogue contient les informations du forage sélectionné, et on peut modifier une caractéristique ou plus et on sauvegarde voir figure :

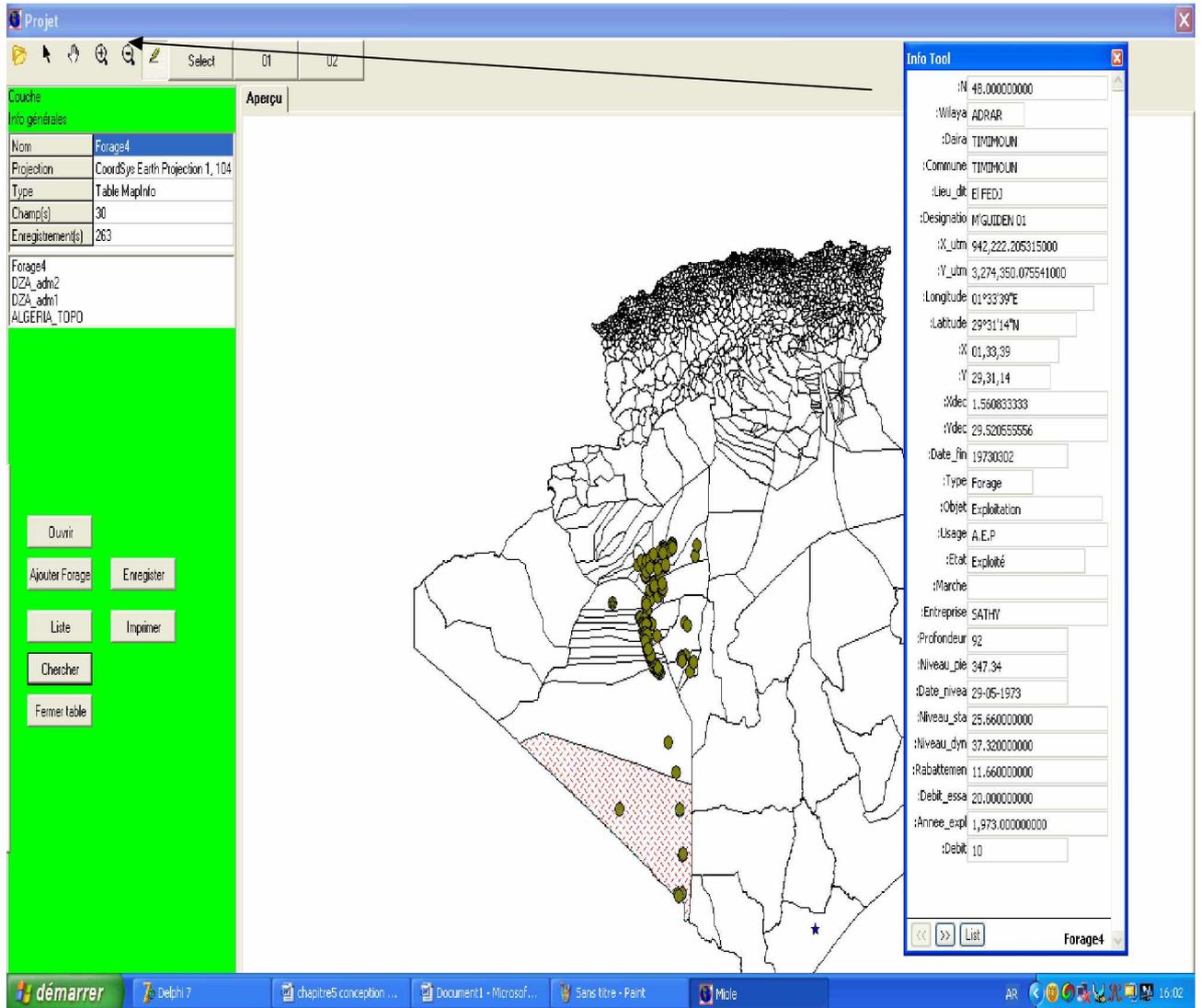


Figure V-10: Caractéristique de forage

V-8-10 Mise à jour d'un forage :

Pour l'ajout d'un forage il suffit de cliqué sur le bouton 'Ajout forage' puis cliqué sur un point sur la carte et en saisie les cordonné X et Y et les caractéristique du forage, voit figure :

Pour supprimer un forage il suffit du cliquer sur le forage puis appuyer sur la touche Suppr du clavier.

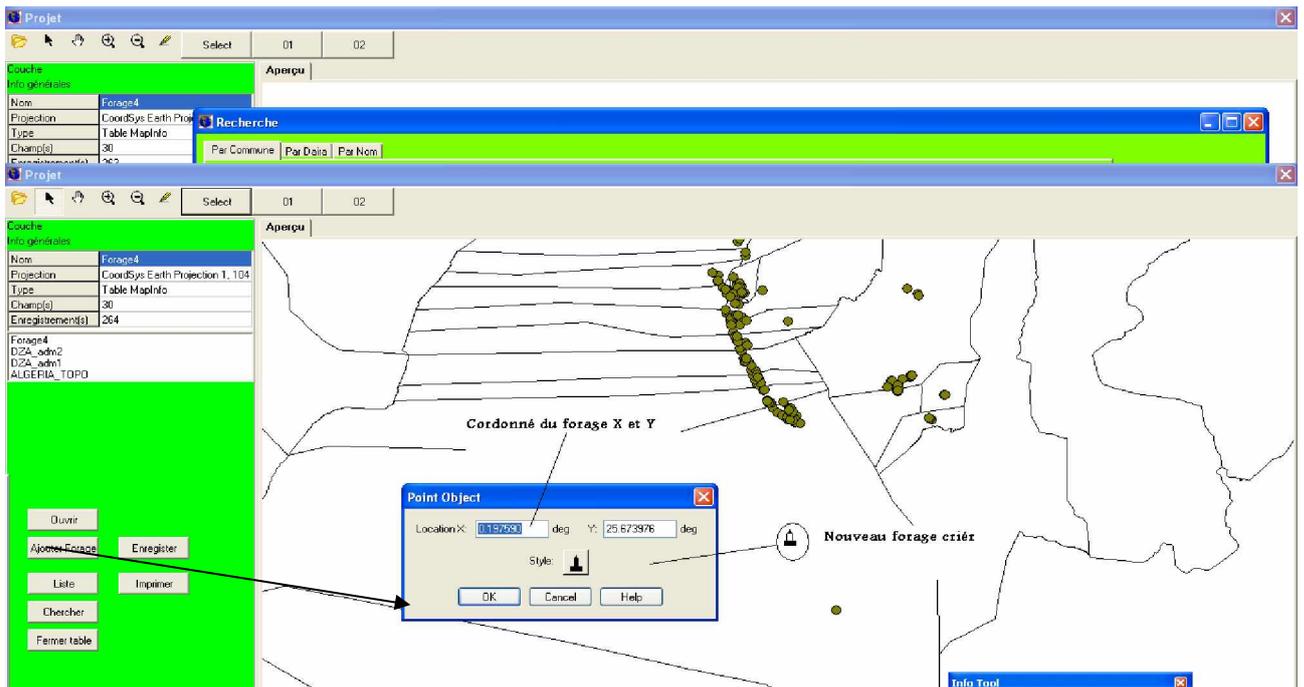


Figure V-11: Insertion d'un forage

V-8-11 Statistique :

V-8-11-1 Liste des forages réalisés par année :

Pour afficher la liste des forages réalisé par année on clique sur le buttons ‘Statistique’ une boite de dialogue s’affiche, on a trois critère de statistique : Forage par année, débit total de la commune, débit total de la Daira.

Exemple : Si on veut afficher la liste des forages de l’année « 2002 » avec ses caractéristiques on sélection le 1er onglet ‘forage par année’ et on donne l’année =‘2002’ voir figure sous dessous :

The screenshot shows a software application window titled 'Projet' with a menu bar containing 'Select', '01', '02', 'Liste Forage', 'Ajouter Forage', 'Enregistrer', 'Chercher', 'Imprimer liste forage', 'Fermer table', '? Aide', and 'Fermer'. A 'STATISTIQUE' dialog box is open, displaying a table of wells for the year 2002. The dialog box has three tabs: 'FORAGE REALISE PAR ANNEE', 'DEBIT TOTAL DE LA COMMUNE', and 'DEBIT TOTAL DE LA DAIRA'. The 'FORAGE REALISE PAR ANNEE' tab is selected, and the year '2002' is entered in the 'Année' field. The table below shows the following data:

N	WILAYA	DAIRA	COMMUNE	LIEU_DIT	LONGITUDE	LATITUDE	DATE_FIN	TYPE	OBJET	USAG	ETAT	PROFONDEUR	NIVEAU_PIE	DATE
4	ADRAR	TINERKOUK	TINERKOUK	TAANTAS	00°44'18"E	29°43'04"N	19890115	Forage	Exploitation A.E.P		Exploité	150	358.82	15-05-19
16	ADRAR	TINERKOUK	KSAR KADOUR	TILEGHMIN	00°24'15"E	29°40'47"N	19930716	Forage	Exploitation A.E.P		Exploité	150	351.45	16-07-19
39	ADRAR	TINERKOUK	KSAR KADOUR	TIMEZLANI	00°23'10"E	29°39'10"N	19950205	Forage	Exploitation A.E.P		Exploité	150	346.5	04-04-19
80	ADRAR	ADUGROUT	DELDOUL	IGOSTEN	00°02'37"E	28°48'47"N	19910331	Forage	Exploitation A.E.P		Exploité	110	231	31-03-19
81	ADRAR	ADUGROUT	DELDOUL	EL BARKA	00°02'45"E	28°49'09"N	19910303	Forage	Exploitation A.E.P		Exploité	135	229	03-03-19

Figure V-12: Statistique des forages réalisés par année

V-8-11-2 Débit total de la commune :

STATISTIQUE

FORAGE REALISE PAR ANNEE | DEBIT TOTAL DE LA COMMUNE | DEBIT TOTAL DE LA DAIRA | ETAT DE FORAGE

commune: ADRAR

chercher

TOTAL DEBIT DE COMMUNE: 496

Débit total de la Commune d'Adrar en L/s

N	WILAYA	DAIRA	COMMUNE	LIEU_DIT	DESIGNATIO	X_UTM	Y_UTM
55	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE II	2886.857942	3050.421
56	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE III	3687.768552	3745.88
63	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE VIII	1139.060539	2536.85
64	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE IX	1714.892584	3691.85
67	ADRAR	ADRAR	ADRAR	BARBAA	BARBAA Bis	4489.607281	3011.557
91	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE V	2223.133443	31784.7
92	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE VI	4612.136897	3647.27
93	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE VII	2592.377554	31293.2
115	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE I	3416.397817	3648.76
116	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE IV	1381.447746	3161.94
117	ADRAR	ADRAR	ADRAR	AEROPORT	NOUVEL AEROPORT	77200.36399	3658.11
118	ADRAR	ADRAR	ADRAR	ROUTE AERODROME	AERODROME 02	4570.362497	3642.16
119	ADRAR	ADRAR	ADRAR	MERAGUENE	MERAGUENE 05	7435.117986	3140.89
174	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	OUED GHAZALA I	5033.543101	4087.25
175	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	OUED GHAZALA II	5206.653072	4554.93
253	ADRAR	ADRAR	ADRAR	OUED	OUED GHEZALA	3051.386033	3122.86
260	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE X	3091.346635	3317.57

V-8-11-3 Liste état de forage :(Exploité, Non exploité, Comblé

STATISTIQUE

FORAGE REALISE PAR ANNEE | DEBIT TOTAL DE LA COMMUNE | DEBIT TOTAL DE LA DAIRA | ETAT DE FORAGE

ETAT: Non Exploité

CHERCHER

N	WILAYA	DAIRA	COMMUNE	LIEU_DIT	DESIGNATIO	X_UTM	Y_UTM
64	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE IX	1714.892584	3691.857997
74	ADRAR	ADUGROUT	ADUGROUT	TIBERGHAMINE	ADUGROUT 01 (TIBERGHAMINE 01)	5406.576312	30242.87079
167	ADRAR	CHAROUINE	OUED AISSA	OUED AISSA	OUED AISSA 3	4525.590853	3240.790992
214	ADRAR	FENDOUGHIL	FENDOUGHIL	ABANI	ABANI	1030.190657	1936.771653
215	ADRAR	FENDOUGHIL	FENDOUGHIL	OUDDHA	OUDDHA	2326.590090	1593.750253
235	ADRAR	REGGANE	REGGANE	REGGANE	REGGANE C01 (IV)	5848.642379	3770.671795
238	ADRAR	REGGANE	REGGANE	REGGANE	REGGANE A9	18373.39234	1391.763862
239	ADRAR	REGGANE	REGGANE	REGGANE	REGGANE C10	3681.117275	7776.307742
243	ADRAR	TIMIMOUN	TIMIMOUN	MACHINE	MACHINE 03	322048.0539	3670.200982
260	ADRAR	ADRAR	ADRAR	TILLANE	TILLANE X	3091.346635	3317.574182

Figure V-13 Statistique de débit total de la commune et la liste des forages non exploité

V-8-11- Graphe débit et profondeur de forage

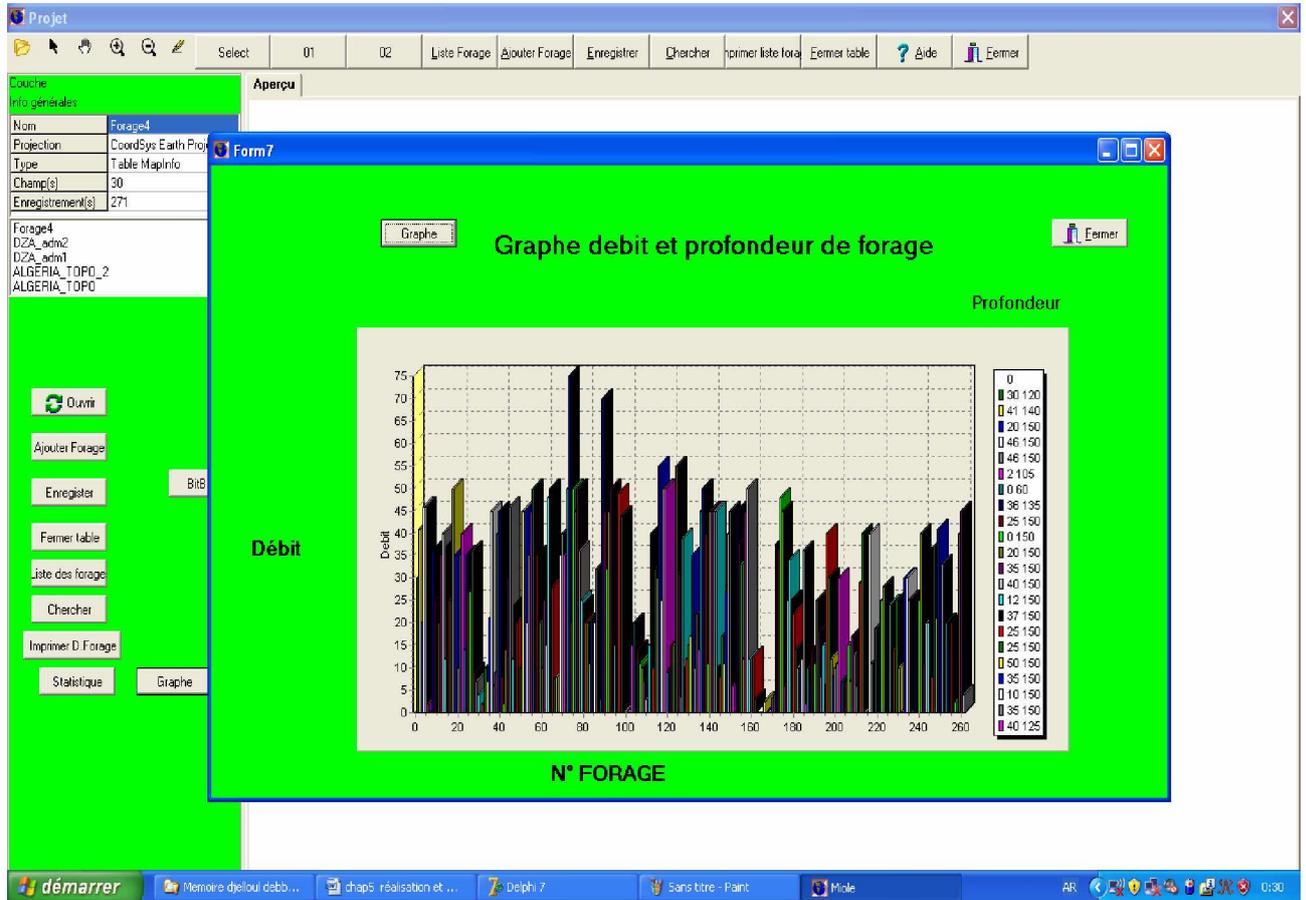


Figure V-14 Graphe débit et profondeur de forage

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

Conclusion générale :

Au terme de ce projet, nous avons réalisé une analyse détaillées des besoins de notre application ainsi qu'une conception qui devrait répondre aux besoins des utilisateurs de notre logiciel dans tous qui concerne la gestion et suivi des forages d'alimentation en eau potable de la wilaya.

Nous avons pu, à travers une étude des outils et méthodes, choisir ceux qui nous semblaient les plus adaptés pour concevoir et réaliser notre système, en plus, la démarche du travail adaptée tout au long du développement s'est appuyé sur la modularité pour ainsi permettre d'enrichir l'application par de nombreux modules. A titre d'exemple :

- Ø Etendre l'application pour supporter d'autre type de forage comme forage (irrigation, agriculture, industrie, énergieetc).
- Ø Développer l'application sur le WEB pour la mettre à la disposition de tout le monde.

Enfin, ce projet nous a était d'un grand bénéfice aussi bien au niveau technique qu'au niveau professionnel. En effet, nous avons eu l'occasion d'acquérir une solide connaissance sur le SIG, ses outils tels que MapInfo, MapBasic, Delphi.....etc.

Bibliographie et documentation électronique

- [Joha,07] Johann Sorel : « Les outils de développement cartographique » 2007
- [Houci,11] Benachour Houcine : « Initiation au système d'information géographique »2011
- [Toua,05] Mohamed Touate : « Système d'Information Géographique (SIG) et Télédétection Au service du métier de l'eau »
- [Louis,03] Luis Berardo Borda : « Apports des systèmes d'information géographique et l'évaluation de la qualité des eaux côtières. Une contribution à la gestion intégrée de la zone côtière Colombienne ».
Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en sciences techniques 2003
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- [Oudjet,08] OUDJET Amel : « Conception et réalisation d'un système d'information géographique pour l'aide à la décision à la gestion des ressource »
Mémoire de fin d'étude INI, 2007/2008
- [Nasri, 12] Nasri Bahous : « Etude et développement d'un SIG du potentiel géothermique de la wilaya d'Adrar »
Mémoire de fin d'étude université Adrar, 2012
- [BOC and all, 1998] BOOCH .G ,RUMBAUGH .J , JACOBSON .I

« le guide de l'utilisateur UML », Paris édition Eyrolles.
- [MOR and all, 2000] MORLEY CH , HUGUES J , LEBLANC B

« UML pour l'analyse d'un système d'information ».
- [DIG, 2000] DIGALLO Frédéric, méthodologie de système d'information UML

cours du cycle probatoire.
- [e-Car,07] <http://www.e-Carte.com> Revue de cartographie électronique
- [LaSIGr,07] <http://www.Lasig.com> Laboratoire de recherche en système d'information géographique
- [Lavo,07] <http://www.Lavoisier.com> Librairie électronique publiant les revues

[Sigl,11]	http://www.sig-la-lettre.com	Le mensuel de référence des SIG en 2011
[Port ,11]	http://www.portalsig.org	Le portail de SIG
[ESRI, 07]	http://www.esrifrance.fr	Site officiel des produits ESRI France
[Geoc,11]	http://www.geoconcept.com	Site officiel de Géoconcept
[Gras,07]	http://www.grass.itc.it	Site officiel des produits Grass
[QGIS,11]	http://www.qgis.org	Site officiel des produits QGIS
[Saga,11]	http://www.saga-gis.uni-geottingen.de	Site officiel des produits SAGA