



Dédicace



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure & de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique.

Département d'Hydraulique

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Hydraulique

Thème

**Utilisation du logiciel SIG GéoConcept pour
l'élaboration d'une base de donnée de la
Soummam**

Réalisé par :

 SOLTAN Adlen Mehdi

Dirigé par :

 Melle BENMAMAR.S

 Mr BENZIADA .S

Juin 2006

Dédicaces

À la personne que j'aime le plus au monde, à ma mère qui a tout sacrifié pour ses enfants, qui a été la source de mon bonheur et ma réussite.

À mon père, la personne que j'admire le plus au monde, qui été un guide, un amis, à toi Aziz,

À mes chers parents que j'aime, que dieu me les garde

À mes deux chers frères Samy et Raouf, que j'aime et qui je souhaite tout le bonheur et la réussite,

À la mémoire de mon oncle Lehcene qui ma tellement aidé a voir claire dans ce monde,

À toute la famille SOLTAN (Oncles, tantes, cousins et cousines) pour leurs encouragements,

À mes amis intimes : Illyés, Raouf (Kappa), Karim, Adel (Tambour).

À la famille OUAMER-ALI qui mon ouvert les portes de leurs cœurs et leurs maison

À mon chère ami Amir qui ma ouvert ces bras au B266 - Bouraoui Amar

À mes camarades, amis de l'Ecole Nationale Polytechnique, de BOURAOUI Amar, à mes amis d'Alger et de Constantine,

À toutes les personnes que je connaisse et que je n'ai pas cité,

À tous ceux que j'aime,

Je dédie ce modeste travail,

Adlen Mehdi

Remerciements

Ce travail a été réalisé au sein du département Hydraulique de l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et ma reconnaissance à ma directrice de mémoire Melle Benmamar Saaida, qui a dirigé les travaux de ce mémoire, pour son soutien au cours de ces années, la confiance qu'elle m'a témoigné et l'ensemble des moyens qu'elle a mis à ma disposition.

Mes sincères remerciements vont aussi à mon co-promoteur Monsieur S. Banziada pour son soutien, son écoute, ses aides durant toute la durée de ce mémoire et pour l'ensemble des moyens qu'il a mis à ma disposition.

Mes vifs remerciements vont également à Monsieur Y. Mouloudi pour ses conseils, son écoute durant toute la durée de ce mémoire et pour avoir accepté de me faire l'honneur de présider le jury.

Je tiens à remercier Monsieur Nebache et Monsieur Messahli chargés de cours à l'Ecole Nationale Polytechnique d'avoir répondu favorablement pour faire partie du jury.

Je saisis cette occasion pour exprimer mes sincères remerciements à toute l'équipe du département hydraulique.

Enfin, mes remerciements les plus sincères s'adressent à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation et à l'aboutissement de ce modeste travail.

ملخص

في إطار هذا العمل, إستعملنا أنظمة الإعلام الجغرافية (SIG) من أجل تسجيل معطيات للتسيير الحسن لمختلف الأخطار. تقديم ملف رقمي مدعم برموز مهم أيضا من أجل إظهار المعطيات على الشاشة. الهدف من هذا العمل هو التحكم في البرنامج (SIG) الذي هو **GéoConcept** من أجل :
وضع نموذج رقمي ذو العلو (MNA) من جهة, وتحقيق خريطة تحتوي على نفس المعلومات الموجودة في ملف مكتب من جهة أخرى.

كلمات مفتاحية: أنظمة الإعلام الجغرافية (SIG), نموذج رقمي ذو العلو (MNA), نموذج رقمي أرضي (MNT)

RESUME

Dans le cadre de ce travail, nous avons essayé d'utiliser les systèmes d'informations géographiques « **SIG** » pour la sauvegarde des données afin de mieux gérer les diverses composantes des risques. La représentation du fichier numérique à l'aide de symboles est également très utile pour l'affichage des données sur écran. Le but donc de ce travail, c'est tout d'abord essayé de maîtriser un logiciel **SIG** qui est **GéoConcept** pour :

D'une part, essayé d'élaborer un modèle numérique d'altitude **MNA**, et d'autre part, réalisé une carte contenant les mêmes informations qu'un fichier informatique qui se trouve dans un bureau.

Mots clés : Système d'information géographique (**SIG**), Modèle numérique d'altitude (**MNA**), modèle numérique de terrain (**MNT**), bassin versant, Soummam.

SUMMARY

Within the framework of this work, we tried to use geographical information systems " **SIG** " for the backup of the data in order to better manage the various components of the risks. The representation of the numerical file using symbols is also very useful for the display of the data on screen. The goal thus of this work, it is first of all tried to control a software **SIG** which is **GéoConcept** for:

On the one hand, tried to work out a digital model of altitude **MNA** and on the other hand, carried out a card containing same information as a computer file which this finds in an office.

Key words Geographical information system (**SIG**), digital Model of altitude (**MNA**), digital model of ground (**MNT**), Watershed, Soummam.

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : Présentation du SIG GéoConcept

Introduction	3
1 Système d'Information Géographique	3
1.1 Définition s	3
1.2 Principe de fonctionnement	5
1.3 Intérêts d'un SIG	6
1.4 Les fonctionnalités d'un SIG	6
1.5 Les concepts liés à l'information géographique	7
I.6. Modèles de représentation des données géographiques	8
I.7 Saisie de l'information géographique.	9
I.8. Manipulation et analyse des données.....	12
I.9. Restitution des données	13
2 Modèle Numérique de Terrain	14
2.1 Définition	14
2.2 Modèle numérique de terrain raster	15
2.3 Modèle numérique de terrain vecteur	16
2.4 Exploitation d'un MNT	16
2.5 Caractéristiques d'un MNT	17
3 Présentation du logiciel SIG utilisé « GéoConcept »	17
3.1-Introduction	17
3.2 - Fonctions de GeoConcept :	17
3.3-Les principes de base de Géoconcept :	18
3.4-Présentation des modules de Géoconcept :.. ..	19
4 Présentation d'autres logiciels SIG	24

Chapitre II : Présentation du bassin de la Soummam

Introduction	26
I. Situation géographique de la zone d'étude	26
II .Aspect socio économique de la région	27
III. Aspect géomorphologique	28
1. Caractéristiques géométriques	28
2. Relief	29
3. Hydrographie	31
4. Potentialités en eau	35
Mobilisation de la ressource en eau	35
5. Climatologie	37
6. Caractéristiques générales des sols	38
Agriculture	38
7. Industrie	38

Chapitre III : Elaboration du Modèle Numérique d'Altitude

(MNA) de la zone d'étude

Introduction	39
1. Présentation de la zone d'étude	39
2. stratégie adoptée pour la réalisation du MNA	40
2.1 Acquisition des données	41
2.2 Digitalisation des cartes	42
2.3 Elaboration du MNA de la zone d'étude	51
Conclusion	52

Chapitre IV : Application du SIG GéoConcept

Introduction	53
Etapes de réalisation du SIG	53
Conclusion	56

Conclusion générale

Bibliographie

Table des illustrations

	Pages
Figure I.1 : La structure d'un SIG.....	5
Figure I.2 : Fonctionnalités d'un SIG.....	7
Figure I.3 : Modèle de représentation des données géographiques.....	8
Figure I.4 : Acquisition de l'information géographique.....	10
Figure I.5 : Restitution de l'information géographique.....	14
Figure I.6: Les différents types de MNT.....	15
Figure II.1 : Le bassin versant de la basse SOUMMAM.....	27
Figure II.2 : Réseau hydrographique du bassin versant de la SOUMMAM.....	31
Figure II.3 : longueur des principaux oueds du bassin.....	32
Figure II.4 : Profil en long de l'oued SOUMMAM.....	33
Figure III.1 : Situation géographique de la zone d'étude.....	40
Figure III.2 : Différentes étapes pour la réalisation d'un MNA.....	41
Figure III.3 : le tronçon de oued SOUMMAM.....	42
Figure III.4: Ouverture d'un nouveau fichier.....	42
Figure III.5 : ouverture d'une nouvelle carte.....	43
Figure III.6 : Création du premier type (Altitude)	43
Figure III.7 : Configuration de la couche altitude.....	44
Figure III.8 : Configuration de la couche courbe de niveau.....	44
Figure III.9: Importation d'un fichier raster.....	45
Figure III.10: Choix du fichier a importer.....	46
Figure III.11 : Importation de la carte de Sidi Aich.....	46
Figure III.12 : Saisis du point de référence.....	47
Figure III.13 : Emplacement des quatre points saisis.....	47
Figure III.14 : choix de la méthode de calage.....	48
Figure III .15 : Carte de Sidi Aich après calage des points.....	49
Figure III.16 : Carte de Sidi Aich digitalisée.....	49
Figure III.17 : Exportation d'un fichier.....	50
Figure III.18: choix du format d'exportation.....	50
Figure III.19 : Coordonnée (X, Y, Z) de n'importe quelle point de la carte	51
Figure III.20 : Vue en 3D de la zone d'étude.....	52

Figure IV.1 : Différentes étapes pour la réalisation d'un SIG.....	54
Figure IV.2 : ouverture de la fenêtre Donnée.....	55
Figure IV.3 : création d'un nouveau type.....	55
Figure IV.4 : configuration d'un type.....	56
Figure IV.5 : configuration d'un champ.....	56
Figure IV.6 : Enregistrement d'une copie	57
Figure IV.7 : Exemple de carte chargée de plusieurs couches d'informations.....	57
Figure IV.8 : Limite d'écoulement de oued Soummam.....	58
Figure IV.9 : Equipement SONEGAS.....	58
Figure IV.10 : Equipement Hydrographiques.....	59
Figure IV.11 : Réseau routier.....	59
Figure IV.12 : Equipement hydrographique.....	60
Figure IV.13 : Tableau comportant tout l'équipement hydrographique.	60
Figure IV.14 : Tableau comportant les forages existants.....	61
Figure IV.15 : information sur le forage F1.....	61
Figure IV.16 : Besoin en eau pour l'année 2020 de chaque commune.....	62
Figure IV.17 : Besoin en eau de la commune d' El kseur.....	62
Figure IV.18 : Population de chaque commune.....	63
Figure IV.19 : Volume produit par chaque Forage.....	63
Figure IV.20 : Pluviométrie des stations du Sous bassin 10.....	64
Figure IV.21 : Besoin en eau dans le B.V de la Soummam.....	64
Figure IV.22 : Ressource en eau.....	65

LISTES DES TABLEAUX

Tableau II-1 : Stations de mesures hydrométriques.....	33
Tableau II-2: Stations de mesures pluviométriques.....	34
Tableau II- 3: L'estimation de la ressource en eau souterraine dans le bassin de la Soummam.....	35
Tableau II-4 : potentialités en eaux de surface.....	35
Tableau II- 5: caractéristiques des barrages	36
Tableau II-6_: Mobilisation de la ressource en eaux souterraines	37
Tableau II- 7: les physiographiques unités principales de la vallée de la Soummam.....	38

Introduction Générale

Introduction générale :

Les crues, qu'il s'agisse d'inondation de plaine ou de crues éclairs en zone de relief, sont parmi les risques naturels les plus coûteux à la communauté. Cette notion de risque recouvre en fait deux notions :

L'aléa lui-même (inondation, crue éclair) qui en est la source, et la vulnérabilité socio-économique des zones exposées à l'aléa, laquelle quantifie le degré du risque.

Depuis une quinzaine d'années, les **SIG**, systèmes informatiques dédiés à la manipulation des données géographiques sont devenus des outils incontournables.

Les SIG et les phases de la gestion des crues

Comme pour les autres risques naturels, la gestion des crues est traditionnellement décomposée en trois phases, **prévention, crise, et post crise**. Les besoins en information géographique interviennent dans chacune de ces trois phases de façon distincte :

En phase de prévention, les données cartographiques aux différentes échelles servent à établir les plans d'exposition au risque, à délimiter les zones réglementaires, à faire les études de vulnérabilité ou à simuler des impacts d'évènements potentiels. Le recueil de données relatives à des évènements antérieurs est, en règle générale, une nécessité pour établir les cartes d'exposition aux risques. L'occupation du sol, les données topographiques, les données socio-économiques, ainsi que des informations sur les infrastructures ou la population sont ainsi rassemblées dans des **SIG** pour mener des analyses et pour préparer les systèmes d'aide à l'intervention. Pour intégrer, croiser et analyser les différentes couches et informations localisées nécessaires, ainsi que pour produire les cartes spécifiques, les outils **SIG** sont largement utilisés par les différents organismes impliqués dans les questions de prévention (sécurité civile, collectivités locales, administrations en charge de l'équipement, de l'environnement, de l'agriculture et des forêts, de l'industries...). Ceci pose d'ailleurs le problème du partage et de l'échange de ces données entre les différents acteurs qui n'utilisent pas tous les mêmes logiciels ni les mêmes structures de données.

En phase de crise, ou il s'agit de protéger / réduire des impacts ou de sauver des vies humaines, les informations nécessaires sont principalement d'ordre tactique et destinée à la sécurité civile ; topographie du terrain, routes barrées ou susceptibles de l'être, réseaux

hydrographiques, de drainage ou d'eaux usées, schémas techniques industriels, données sur les établissements répertoriés (fréquentation, plans d'accès ou d'évacuation...). Les **SIG**, en tant que composante d'outils d'aide à la décision, utilisés par les cellules techniques de gestion de crise, jouent un rôle fondamental pour produire des cartes « à la volée » et les diffuser vers les équipes de terrain, et informer l'autorité de l'avancement des opérations.

Enfin, *en phase de post crise*, quand vient l'heure du bilan, l'information est recueillie sur le terrain ou à l'aide d'images prises par satellite ou par avion. Ainsi, on reportera sur des cartes les laisses de crues délimitant les zones touchées, les digues rompues, les niveaux d'eau ainsi que les vitesses d'écoulements atteintes localement, les éventuels glissements de terrain.

Ces informations sont autant des données nécessaires à l'évaluation économique des dommages, à l'analyse et à l'amélioration future des plans de prévention, ou bien encore à l'amélioration des modèles de prévision des systèmes d'alertes des crues.

Le présent travail s'inscrit dans ce cadre avec pour objectifs, d'une part d'essayer de présenter un nouveau logiciel **SIG** qui a été acquis par le laboratoire sciences de l'eau et qui est **GéoConcept** et d'autre part d'établir le **MNA** du sous bassin **X** de la Soummam via ce logiciel et de composer une base de données de ce sous bassin.

L'objectif du **premier chapitre** consiste à présenter le logiciel **SIG GéoConcept** avec tous ces modules.

Dans le **deuxième chapitre**, nous présentons notre bassin d'étude qui est le bassin versant de la Soummam.

Dans le **troisième chapitre**, sont décrits les étapes poursuivies pour réaliser le modèle numérique d'altitude de la zone d'étude, située entre Sidi Aich et El Kseur.

Dans le **dernier chapitre**, nous avons essayé d'utiliser le logiciel **SIG GéoConcept** pour la :

- ⇒ **Numérisation des données cartographiques sous GéoConcept.**
- ⇒ **Création de la base de données numériques sous GéoConcept.**
- ⇒ **Extraction des couches d'informations.**

Enfin, nous terminons ce mémoire par une conclusion et quelques perspectives.

Chapitre I

Présentation du SIG : GéoConcept

Chapitre I

Présentation du SIG : Géoconcept

Introduction

L'origine des Système d'information géographique (SIG) remonte au début du développement de la cartographie. Il s'agirait de la deuxième moitié du 18^{ème} siècle époque à laquelle apparaissent les premières cartes à grande précision. Les débuts des SIG datent du milieu des années soixante, mais leurs vrais essors se situent au début des années quatre vingt. Le terme **SIG** signifie « Système d'information géographique » est la traduction de l'acronyme anglais GIS, qui veut dire à la fois « Geographic Information Systems » et « Geographic Information Science ».

- ✚ **S. Système** : Un système (informatique) est une « Combinaison d'éléments réunis de manière à former un ensemble ».
- ✚ **I. Information** : Information, est un « élément de connaissance susceptible d'être codé pour être conservé, traité ou communiqué ».
- ✚ **G. Géographique** : Géographique est « relatif à la géographie ayant pour objet la description de la surface de la terre ». [12]

1. SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

1.1 Définition

Un système d'information géographique « **SIG** » permet de gérer des données alphanumériques spatialement localisées. Ses usages couvrent les activités géométriques de traitement et diffusion de l'information géographique.

Le rôle du système d'information géographique est de proposer une représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatial en se basant sur des primitives géographiques telles que des points, des arcs, des polygones (**vecteurs**) ou des maillages (**raster**). A ces primitives sont associées des informations qualitatives telles que la nature (route, voie ferrée, forêt, etc.) ou toute autre information contextuelle.

L'information géographique peut être définie comme l'ensemble de la description d'un objet et de sa position géographique à la surface de la terre.

Un **SIG** est un environnement conçu pour l'analyse et la modélisation de la distribution spatiale de phénomène. Il est constitué de 4 composants majeurs :

1.1.1. Matériel

Les **SIG** fonctionnent aujourd'hui sur une large gamme d'ordinateurs, des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

1.1.2 Logiciels

Les logiciels de **SIG** offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations. Les principaux composants des logiciels d'un **SIG** sont :

- Outils pour saisir et manipuler les informations géographiques ;
- Système de gestion de base de données ;
- Outils géographiques de requête, analyse et visualisation ;
- Interface graphique utilisateur pour une utilisation facile.

1.1.3 Données

Les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

1.1.4 Utilisateurs

Un SIG étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son utilisateur) qui permet d'en exploiter la quintessence.

Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique.

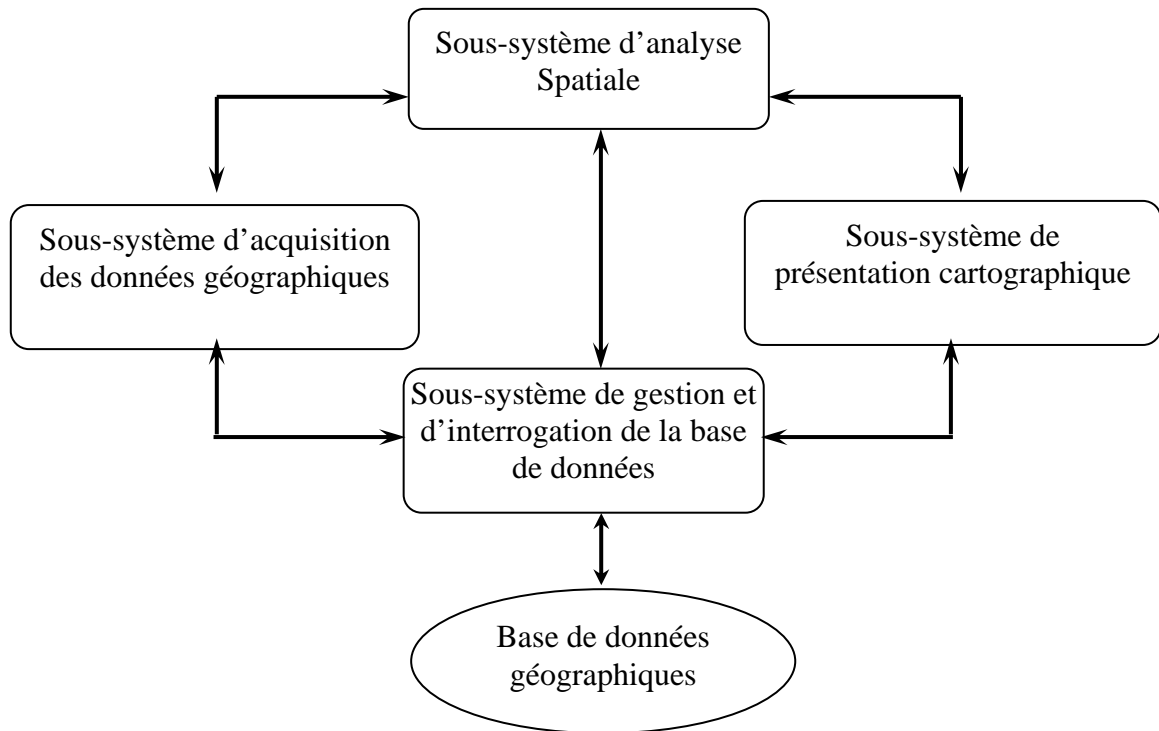


Figure I.1 : La structure d'un SIG

1.2 Principe de fonctionnement

Un SIG stocke l'information sous forme de couches thématiques pouvant être reliées les une aux autres par la géographie. Ce concept, à la fois simple et puissant a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets.

L'information géographique contient soit une référence géographique explicite : latitude et longitude, grille de coordonnées, etc. ou une référence implicite : adresse, code postal, nom de route,...etc. Le géocodage, processus automatique, est utilisé pour transformer les références implicites en références explicites et permettre ainsi de localiser les objets et les événements sur la terre afin de les analyser.

Une autre décomposition est souvent utilisée : l'information spatiale qui décrit la localisation et la forme des objets géographiques, et l'information descriptive qui renseigne sur la nature et les caractéristiques des objets géographiques.

1.3 Intérêts d'un SIG

Les SIG sont utilisés par de nombreux usagers, ils sont utilisés par les administrations, par les services techniques municipaux, les organismes responsables de la gestion de l'environnement, les sociétés pétrolières, les banques, les instituts d'enseignement et de la recherche, les entreprises de travaux publics, les entreprises de gestion des ressources en eaux, etc.

Les systèmes d'information géographique permettent en effet :

- D'établir des cartographies rapides et de mettre en œuvre des processus de choix spatiaux interactifs ;
- De réunir dans un même système des données issues de sources différentes et de les combiner entre elles ;
- De réagir rapidement après des événements ou des catastrophes ayant un impact sur le territoire ;
- D'offrir un environnement de travail complet pour l'analyse des données à référence spatiale. [3], [4]

1.4 Les fonctionnalités d'un SIG

Les fonctionnalités d'un SIG peuvent être résumées par la règle des cinq (5) « A », un SIG doit être capable :

- D'acquérir des données ;
- D'archiver et de gérer des données ;
- D'accéder à des données ;
- D'analyser des données ;
- D'afficher des données.

Le schéma ci-dessous (Figure I.2) représente les fonctionnalités d'un SIG :

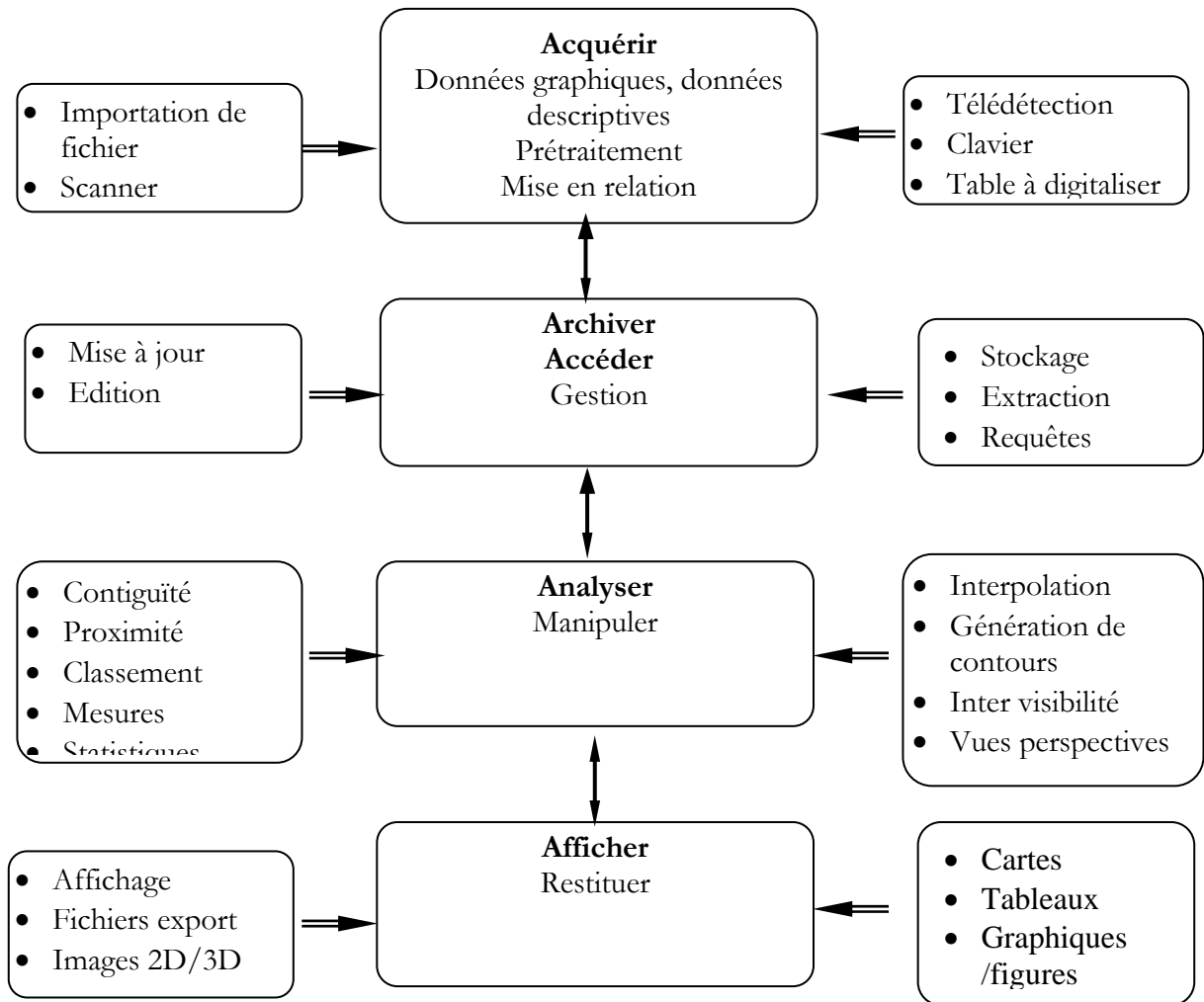


Figure I.2 : Fonctionnalités d'un SIG

1.5 Les concepts liés à l'information géographique

La notion de l'information géographique est capitale dans un SIG. Elle désigne toute information relative à un point ou ensemble de points spatialement référencés à la surface de la terre. Cette information géographique est l'association :

- ⇒ d'une information d'abord géographique, représentant la localisation d'un objet (coordonnées), ses limites, sa forme et ses dimensions, on parlera ici de descripteurs géométriques.
- ⇒ D'une information descriptive représentant les caractères non géographiques d'un objet, on parlera de descripteurs sémantiques.
- ⇒ Enfin d'une information sur les relations entre les objets pour parler de descripteurs topologiques. [2]

Ces trois descripteurs de l'information géographique permettent de modéliser le monde réel et de développer ainsi des applications très diverses.

1.6. Modèles de représentation des données géographiques

Il existe deux modes de représentation des données spatiales :

- Le mode raster
- Le mode vecteur.

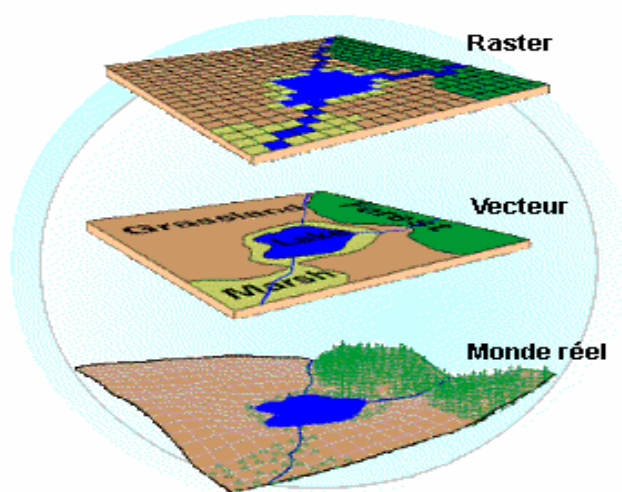


Figure I.3 : Modèle de représentation des données géographiques

1.6.1 Mode de représentation raster

Le mode raster correspond à une division régulière de l'espace sous forme de cellules rectangulaires ou carrées. Il est fortement lié à la notion d'image. Chaque cellule (ou pixel) est référencée en ligne et en colonne. Elle contient une valeur qui correspond à une grandeur numérique (valeur radio métrique par exemple) ou alphanumérique (dans ce cas, on lui attribue un code correspondant à un attribut descriptif).

Il existe deux manières d'attribuer les valeurs aux cellules :

- Façon manuelle :
 - Cellule par cellule ;
 - Par chaîne de valeurs, quand les valeurs sont identiques, on saisit alors la longueur puis la valeur.
- Façon automatique :

- Par scannérisation de document.
- Par récupération de document numérique telles les images satellites.

1.6.2. Mode de représentation vecteur

Le mode vecteur permet la représentation des objets dans un espace continu, et non pas discrétisé. Les objets et leurs limites sont localisés avec précision dans un référentiel géographique ou cartésien. Cette structure de données est liée à la notion de carte.

En mode vecteur, les objets géographiques se ramènent à trois classes d'entités qui sont :

- Les points (un point d'eau)
- Les lignes (cour d'eau)
- Les surfaces (un bassin versant)

Le principe de la numérisation du modèle vecteur repose essentiellement sur l'utilisation de la digitalisation, c'est-à-dire on saisit les coordonnées x, y d'un objet graphique (parcelle, route, bâtiment) en parcourant sa forme géométrique à l'aide d'un curseur.

Ces deux modèles sont complémentaires. Le raster est mieux adapté à certains types d'applications qui se contente de scanner des fonds de plans, et le vecteur pour les types d'applications qui nécessite des définitions par formes géométriques, la gestion des données localisées et la manipulation des relations entre objets spatiaux.

Cependant, il existe des méthodes permettant le passage du modèle vecteur au modèle raster et vis versa.

1.7. Saisie de l'information géographique

1.7.1. Entrée des données spatialement référencées

L'entrée des informations afin de créer une base de données géographique peut être réalisée par plusieurs méthodes (figure I.4). Les plus courantes et les plus classiques utilisent les cartes existantes. Pour se faire plusieurs moyens sont utilisés pour numériser les papiers existants :

- Digitalisation ;
- Le balayage électronique (scannérisation) ;
- La télédétection.

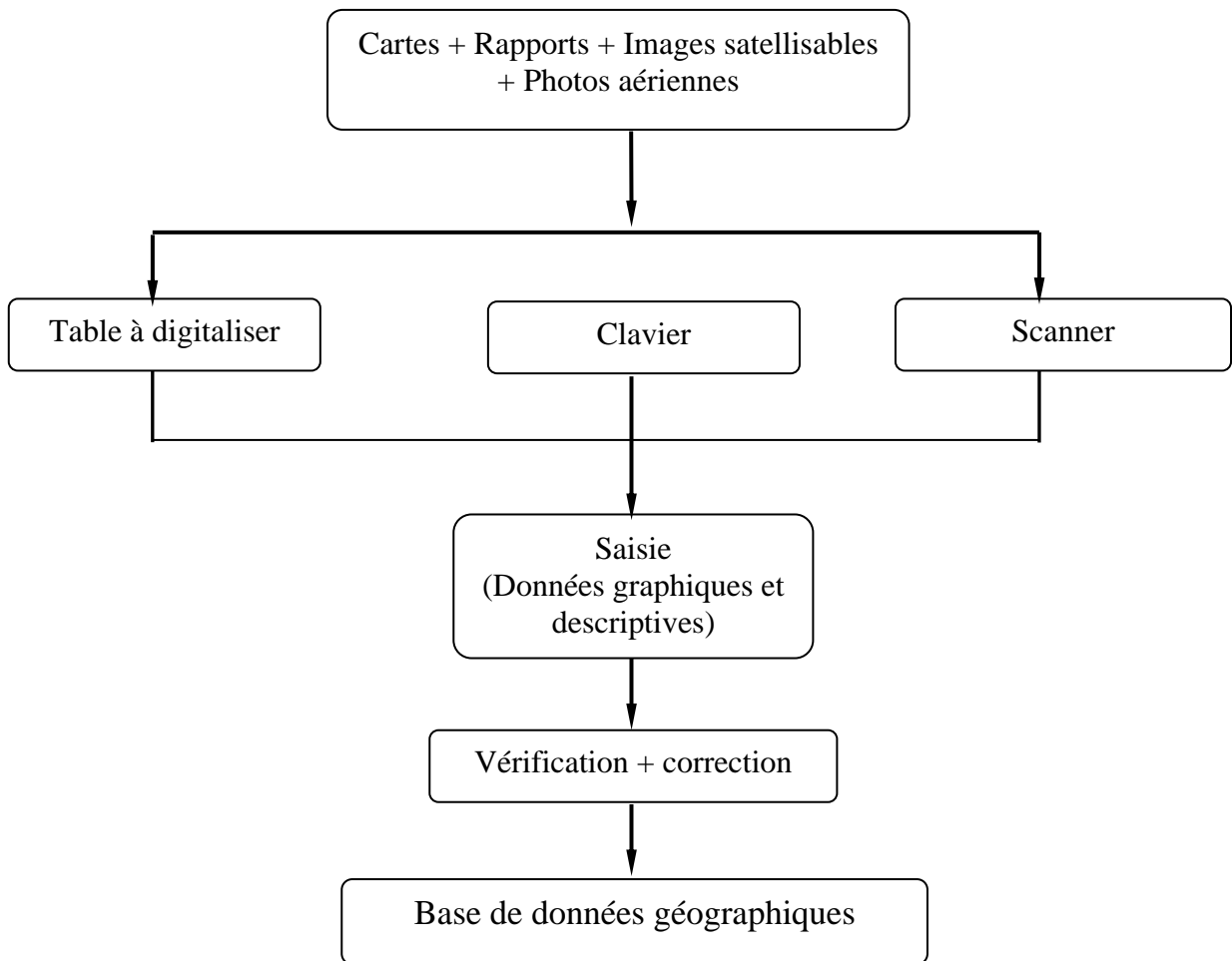


Figure I.4 : Acquisition de l'information géographique

a. La digitalisation

La digitalisation permet de récupérer des objets disposés sur un plan ou une carte préexistante. Elle consiste à faire évoluer un curseur sur un plan posé sur une table à digitaliser et préalablement calée en coordonnées. La carte est réceptive aux signaux électriques émis par le curseur. Chaque objet ainsi digitalisé est introduit avec son code identifiant sa géométrie (point, ligne, surface fermée), le plus généralement à l'aide des boutons du curseur.

b. La scannérisation

Le balayage électrique (réaliser à l'aide d'un scanner) est un autre moyen de saisir une carte ou un plan existant. Il enregistre l'intensité de la réflexion d'un faisceau lumineux venant balayer ligne par ligne le document source. Chaque niveau d'intensité enregistré concerne une zone du document balayé est désigné par son numéro de ligne et son numéro de colonne.

Le scanner fournit comme résultat une trame dont la qualité dépend fortement de celle de l'originale.

c. La télédétection

1.7.2. Entrée des données descriptives

On a plusieurs types de données descriptives (sémantiques) :

- Les attributs associés aux objets ;
- Les données textuelles ;
- Les données graphiques ;
- Les images, vidéo.

L'entrée de ces données peut se faire de plusieurs manières :

- Par saisie manuelle à l'aide du clavier ;
- Par récupération de fichiers de données créés par ailleurs ;
- De manière interactive : l'utilisateur choisit une entité spatiale et y affecte directement des attributs descriptifs

1.7.3 Vérification et correction des erreurs

L'opération consistant à établir le lien entre les données spatiales et descriptives est un bon moyen de vérifier les erreurs :

- Les entités spatiales peuvent être mal positionnées ou avoir une forme erronée ;
- Un arc manquant ou un polygone mal fermé conduisant à un polygone à deux labels ;
- Un grand nombre de petits polygones allongés relèvent des arcs dupliqués ;
- Des labels manquants correspondent à des données descriptives incomplètes ou à une erreur de codage.

1.7.4 Gestion des données

a. Stockage des données

La taille de la plupart des bases de données géographiques demande d'importants espaces de stockages. Dans ce cas, il est essentiel d'utiliser un SGBD (Système de Gestion de Base de Données) pour faciliter le stockage, l'organisation et la gestion des données.

Il existe de nombreux types de SGBD, mais en système d'information géographique, le plus utilisé est le SGBDR (Système de Gestion de Base de Données Relationnel). Les données y sont représentées sous la forme de tables utilisant certains champs comme lien. Cette approche qui peut paraître simpliste, offre une souplesse et une flexibilité permettant aux SIG de s'adapter à tous les cas de figure.

b. Edition des données

Lorsque les données sont entachées d'erreurs et doivent être corrigées, le recours à leur édition s'avère inévitable. Cette opération manuelle et interactive étant difficile, le module d'édition doit être efficace et convivial.

c. Mise à jour des données

Il y a très peu d'informations géographiques qui ne changent pas avec le temps, le besoin en informations actualisées se fait alors ressentir. De ce fait, les méthodes de représentation cartographiques statiques et les techniques de production respectives ne sont plus adéquates (carte d'occupation du sol, cartes météorologiques, cartes des réseaux de mesures). La mise au point de cartes manuellement n'était pas possible. L'utilisation de photographies aériennes ou d'images satellitaires peut être une aide précieuse dans le maintien d'une base de données fiable et à jour.

d. Extraction de données

L'extraction d'une information peut se faire de deux manières :

- Consultation exhaustive (complète) des fichiers ;
- En formulant des requêtes.

Dans un SIG, il existe deux types principaux de requêtes, qui sont :

- Identification d'un objet dont on connaît la localisation et les caractéristiques ;
- Donner la liste des objets ayant certaines propriétés et visualiser leurs localisations.

1.8 Manipulation et analyse des données

1.8.1. Analyse statistique

Dans ce cas, un bon système doit fournir des statistiques sur les données descriptives (moyenne, écart type, minimum, maximum, médiane, histogramme.....). Il peut aussi

mener des analyses très poussées (régression, classification, analyse en composantes principales...).

1.8.2. Croisement de cartes

Cette opération consiste en la combinaison de deux ou plusieurs couches d'informations.

1.8.3. Analyse de voisinage

Elle met en œuvre les relations spatiales existantes entre les objets plus au moins éloignés.

a. Analyse de proximité

Cette dernière consiste à déterminer l'ensemble des points situés à une distance maximale d'une entité spatiale donnée.

b. Analyse de connectivité

Elle consiste à déterminer les limites d'une région en cherchant à partir d'un point, dans toutes les directions, le point vérifiant une propriété particulière.

c. Recherche du chemin optimal

L'analyse du chemin optimal vise à calculer le chemin le plus court entre deux points en terme de distance.

d. Interpolation

Elle donne une estimation de la valeur d'une grandeur en un point ou elle n'est pas connue.

1.9. Restitution des données

La restitution est l'opération de présentation des résultats de l'extraction ou de l'analyse de données sous une forme conviviale et compréhensible par un utilisateur ou par un autre système informatique (figure I.5). Donc un produit SIG est capable de nous fournir :

- Des tableaux ;
- Des graphiques, figures, histogrammes ;
- Des cartes ;
- Des images (des visualisations en 2D et 3D).

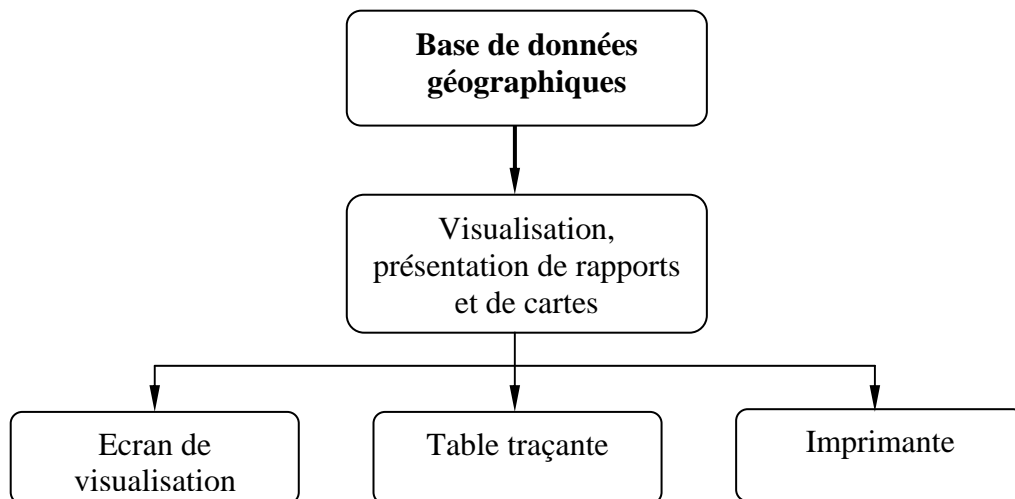


Figure I.5 : Restitution de l'information géographique

2. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN

2.1 Définition

Un **modèle numérique de terrain « MNT »** est une représentation de la topographie (altimétrie et / ou bathymétrie) d'une zone terrestre sous forme adaptée à son utilisation par un calculateur numérique (ordinateur).

En cartographie les altitudes sont habituellement représentées par des courbes de niveaux et des points cotés suivant la taille de la zone couverte la plupart de MNT utilisent, pour les petites zones, un maillage régulier carré ou pour les grandes zones, un maillage pseudo carré dont les côtés sont des méridiens et des parallèles.

Il permet ainsi :

- ❖ de reconstituer une vue en images de synthèse du terrain.
- ❖ De déterminer une trajectoire de survol du terrain.
- ❖ De calculer des surfaces ou des volumes.
- ❖ De tracer des profils topographiques.

2.2 Modèle numérique de terrain raster

Un MNT raster est une matrice d'altitudes. Il s'agit d'un ensemble de valeurs numériques, régulièrement espacées. Chaque valeur d'altitude représente une moyenne d'un élément de surface de terrain. Cette distribution définit un maillage de la surface, la dimension de la

maille définit la résolution planimétrique du MNT. Chaque point est au centre de la maille. Plus la résolution est grande plus le MNT est riche en détails topographiques. Les MNT raster peuvent être produit par différentes méthodes et à partir de source de données diverses.

A partir de courbes de niveau : On numérise des courbes de niveau d'une carte papier qui donnent un ensemble d'arcs. On détermine ensuite les intersections de ces arcs avec le maillage du MNT à produire. On obtient un ensemble de points cotés. Cet ensemble sert de point de départ à une interpolation des altitudes en chaque point du maillage afin de produire l'ensemble du MNT recherché.

A partir de photographies aériennes : Il s'agit d'un long travail de photo-interprétation à l'aide de couples d'images stéréoscopiques et d'un stéréo-réstituteur.

A partir d'images numériques, satellitaires : Il s'agit de méthodes automatiques de traitement d'images permettent de calculer l'altitude à partir d'un couple d'images stéréoscopiques numériques.

2.3. Modèle numérique de terrain vecteur

L'alternative à une représentation raster est une représentation vecteur par une couverture polygonale. Le plus souvent, pour les MNT, le pavage de la surface est réalisé sur la base de triangles, on parle de triangulation. Ces MNT sont le plus souvent construit à partir d'un semi de points irréguliers, dont la densité augmente avec la complexité du relief. Un tel découpage irrégulier reposant sur des triangles non recouvrant est souvent appelé : TIN (Triangulated Irregular Network).

Le choix va surtout dépendre des données dont on dispose et des possibilités du logiciel utilisé.

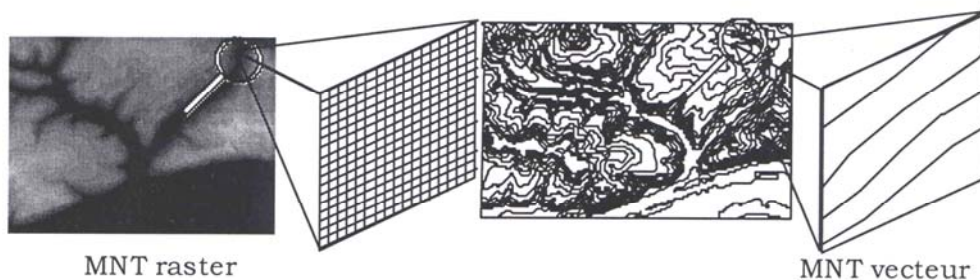


Figure I.6 : Les différents types de MNT

2.4 Exploitation d'un MNT

On construit, à partir de la liste des points du maillage, un modèle de surface constituée de triangles collés bord à bord. Dans le cas de maillages non triangulaires, une étape de sélection des points à relier en triangles s'ajoute.

Dans le cas de la synthèse d'image, les triangles sont habillés d'une texture, restituant ainsi l'aspect général du terrain, d'une image satellitaire ou d'une carte.

Dans le cas d'une trajectographie en rase-mottes, on établit le chemin le plus court et le moins exposé en vérifiant que chaque point de la trajectoire se trouve au dessus de la surface définie par le maillage du MNT.

Les systèmes d'informations géographiques « SIG » intègrent de plus en plus la troisième dimension sous forme d'un MNT, bien que les coûts liés à l'acquisition de l'information d'altitude soient relativement élevés. Cela permet d'utiliser ces SIG pour des applications comme le calcul d'implantation d'infrastructures de transport (conduites souterraines, voies terrestres, lignes électriques aériennes, antennes GSM,...). Dans ce cas, et en fonction de la résolution du MNT, on y intègre les informations liées à la couverture du terrain par des bâtiments ou des végétaux, pour additionner leur hauteur à l'altitude du terrain sur lequel ils sont situés, pour l'analyse quantitative de la morphologie, qui peut renseigner le chercheur sur la présence d'un signal tectonique, climatique ou lithologique.

2.5 Caractéristiques d'un MNT

Trois caractéristiques principales permettent d'avoir un aperçu rapide d'un modèle numérique de terrain et de juger de son adéquation à un besoin particulier :

- ❖ Sa **résolution**, c'est-à-dire la distance entre deux points adjacents du MNT
- ❖ Sa **couverture géographique** : les zones géographiques pour lesquelles des données sont disponibles
- ❖ La **qualité des données** : elle dépend de l'application ou non de traitements de correction des données après leur récupération. En effet, certaines méthodes d'acquisition laissent des artefacts dans les données (des zones brouillées sur des

lignes côtières du fait de l'écume des vagues qui fausse les échos radar, les « trous » lorsque des nuages étaient présents lors d'un relevé satellitaire...)

3. PRESENTATION DU LOGICIEL SIG UTILISER « GEOCONCEPT »

3.1. Introduction

Géoconcept est un logiciel permettant de gérer les espaces géographiques cartographique .il est parfaitement adapté à la gestion d'un espace aménagé, comme un domaine boisé, un réseau routier, un réseau électrique, un parc d'expositions mais aussi de toute activité répartie sur le terrain comme un réseau de vente, des sites immobiliers, des emplacements commerciaux...

GeoConcept a été conçu pour gérer et organiser l'ensemble des informations qui s'attachent aux différents objets que l'on souhaite placer sur ces cartes.

Sa puissance vient du mariage de deux qualités essentielles :

- La souplesse du dialogue entre l'utilisateur et la machine, dont toutes les possibilités sont exploitées dans Géoconcept.
- La performance du traitement du graphique et des données intimement liées au sein du concept « objet ».

Géoconcept sait aussi utiliser pleinement les capacités de la configuration de matériel. Il n'est pas limité par la mémoire vive de l'ordinateur car il gère les documents directement sur le disque.

Géoconcept fonctionne sur tout PC, mais comme la cartographie est « gourmande », il ne faut pas équiper la machine avec au moins 32 méga –octets de mémoire.

Puissance est simplicité feront sans aucun doute du logiciel GeoConcept une aide précieuse dans la gestion des espaces. [8]

3.2. Fonctions de GeoConcept

Géoconcept est un gestionnaire de bases de données qui permet de :

- Visualiser un espace sous la forme d'un plan ou d'un carte.
- Accéder directement aux informations de la base de données en cliquant sur la carte.
- Accéder aux informations par l'intermédiaire des requêtes (recherche de la base de données selon un ou plusieurs critères).

- Réaliser des cartes thématiques (faire ressortir graphiquement des informations de la carte pour les analyser facilement).
- Effectuer des calculs à partir des données manipulées par Géoconcept.
- Créer, modifier, enrichir la base de données en rajoutant des objets (saisie), en les coloriant ...
- Imprimer les documents.
- Récupérer des informations extrêmes.
- Exporter des informations ou des cartes vers d'autres logiciels.

3.3. Les principes de base de Géoconcept :

Géoconcept est un système d'information géographique permettant de gérer des objets géographiques qui ont une représentation dans un plan et auxquels sont associées des données attributaires. Ces objets géographiques peuvent être vectoriels, c'est à dire qu'ils sont repérés dans l'espace avec des coordonnées géographiques X et Y mais il peuvent également être raster, à savoir qu'il est possible de rajouter sur une carte, l'image d'une carte papier, constituant ainsi un fond muet sur lequel des objets vectoriels peuvent être « incrustés ».

L'utilisateur de Géoconcept travaille en permanence à partir d'une base cartographique (la carte) : il s'agit d'un document à deux dimensions ou trois (avec la possibilité d'intégrer la gestion de l'altitude), lequel représente un espace d'analyse.

Plusieurs cartes peuvent être ouvertes en même temps et il est possible d'échanger des données par des opérations de copier –coller.

Une carte peut représenter un pays, une région, une ville mais aussi tout espace ayant une disposition précise : un bureau, un immeuble ..., la carte devient donc un document graphique qui permet de visualiser, de gérer, d'analyser ou de corréler un grand nombre d'informations.

3.4-Présentation des modules de Géoconcept :

3.4.1 Géocoder

Ce module a pour objet de placer automatiquement des objets ponctuels sur une carte sur la base d'un fichier alphanumérique.

Ce positionnement automatique est réalisé à partir de fichiers dits de géocodage qui représentent l'armature indispensable à l'opération.

Le principe de géocodage consiste à positionner géographiquement des enregistrements d'une base de données alphanumériques sur une carte.

Pour que cela soit possible, il faut que l'enregistrement de la base de donnée contienne des informations exploitables par Géoconcept pour effectuer le placement des objets : coordonnées, ville, adresse, code postal...

Bien entendu, le géocodage nécessite de disposer d'une base cartographique sur les objets de laquelle s'appuiera le positionnement automatique. De façon générale, le géocodage peut s'appuyer sur n'importe quel genre d'objets (des lignes, des surfaces ou des points).

Il peut vous permettre, par exemple de visualiser graphiquement vos fichiers ou prospects, des installations, des forages, des ouvrages d'art...

Toutefois, Géoconcept autorise le géocodage d'objets à partir de fichiers spécifiques dont l'utilisateur est le seul détenteur et concepteur.

3.4.2 Le module Itinéraire

Le module Itinéraire permet d'effectuer des calculs d'itinéraires sur toute cartographie vecteur de genre linéaire.

Il autorise trois tâches particulières :

- 3.5 Le calcul d'itinéraires entre un ou plusieurs points de départ et un ou plusieurs points d'arrivée ;
- 3.6 Le calcul d'isochrones en fonction du critère temps ou du critère distance ;
- 3.7 La génération de matrices de distances (distancier).

3.4.3 GéoXplorer

Le module **GéoXplorer** de Géoconcept se comporte comme un mini serveur **OLE** (Object Linked and Embedded). Il permet d'intégrer une carte Géoconcept dans un document créé par n'importe quelle application cliente supportant la technologie **OLE**, à partir de **OLE 2.2** (Microsoft Office...).





GéoXplorer est également un contrôle **ActiveX** qui permet de développer une application intégrant de la cartographie avec tout langage supportant cette technologie (Visual Basic, Delphi...)

Il s'adresse à tout utilisateur souhaitant développer une application intégrant des outils de manipulations géographiques de cartes ou plus simplement souhaitant intégrer des cartes géographiques à l'intérieur d'une autre application (intégration de cartes dans un document Word ou PowerPoint ou tout autre outils bureautique par exemple).

3.4.4 Le module GeoConcept 3D

GeoConcept 3D est un module de la gamme des produits GeoConcept. Il est entièrement consacré à la visualisation et à l'analyse en 3 dimensions de cartes et plans manipulées sous GeoConcept.

GeoConcept 3D se décompose en quatre grands thèmes, accessibles à partir du menu 3D

-  L'exportation des cartes au format **VRML** dont les scènes générées sont visualisées sous un utilitaire sachant lire des fichiers au format **VRML**.
-  La création de profils en long.
-  La génération automatique de zones d'inter visibilité.
-  La navigation par « points tournants ».

Pour chacune des quatre grandes fonctionnalités rassemblées au sein du module **GeoConcept 3D**, gérer un fichier MNT est indispensable. En effet, l'information d'altitude des objets GeoConcept sert de colonne vertébrale à toutes les actions lancées avec **GeoConcept 3D**, que ce soit la création d'une scène 3D à partir d'un extrait de la base de données géographiques, que ce soit pour la création d'un profil en long ou encore pour la génération d'une zone d'inter visibilité. [8]

3.4.5 Le module GPS

Le module **GPS** de Géoconcept est un module complémentaire, conçu pour gérer de manière opérationnelle un boîtier **GPS** de type **Trimble** couplé avec un ordinateur (portable par exemple).

Deux types de suivi de mobile sont possibles :

- ✚ Le premier type de suivi peut se faire de manière embarquée, c'est-à-dire en temps réel. Ainsi, pour assurer le positionnement et le suivi de mobile, Géoconcept doit être installé avec le module **GPS**, sur un portable équipé d'une source **GPS** (une antenne **GPS** et un boîtier de réception, l'ensemble étant connecté au portable) ;
- ✚ Le deuxième type de suivi peut se faire en mode « débarquer », c'est-à-dire en temps différé. Ainsi, un fichier de position **GPS** acquis dans les conditions du premier type de suivi est nécessaire. Son utilisation se fait alors postérieurement au déplacement du mobile.

Le module **GPS** gère un seul mobile à la fois. Autrement dit, une source **GPS** est égale à un mobile.

Les domaines d'application et d'utilisation du module **GPS** sont multiples et variés. Nous pouvons citer ici quelques uns :

- ✚ Suivi de véhicule ;
- ✚ Navigation ;
- ✚ Positionnement.

Les données **GPS** peuvent provenir de trois sources différentes. Le module **GPS** permet d'interpréter des données venant d'un port série, d'un fichier texte.

Il existe quatre possibilités différentes pour représenter un mobile et son parcours :

- ✚ Par la création d'un sous type ponctuel représentant le mobile ;
- ✚ Par la création d'un autre sous type ponctuel représentant le déplacement du mobile par une suite de points ;
- ✚ Par la création d'un sous type linéaire représentant le déplacement du mobile par un objet linéaire ou un groupe d'objets linéaires (des portions du parcours) ;

- ✚ Par la création d'une couche virtuelle liée obligatoirement à un sous type ponctuel (de préférence à celui du mobile suivi), faisant apparaître le mobile en l'orientant, un vecteur placé devant dont la taille est proportionnelle à la vitesse, sa direction (le cap) et sa trace (queue du mobile).

Ainsi, selon les besoins (saisie de points particuliers : feux tricolores, ponts, pylônes ; de linéaires particuliers : routes, tronçons de voies en travaux, canaux, réseaux, représentation d'un trajet...), il est indispensable de prévoir dans le configurateur de la base Géoconcept les sous types réservés.

3.4.6 Le module Business Query for Géoconcept

BusinessQuery for Géoconcept est un module optionnel, il permet aux utilisateurs d'accéder aux données en interrogeant toutes leurs bases de données à l'aide de l'interface de requêtes popularisée par Business Objects.

Cette interface permet d'accéder aux données, qu'elles existent sous ORACLE, Access, INFORMIX... de manière conviviale, puis d'intégrer ces données directement et de façon transparente dans l'environnement cartographique de Géoconcept.

Basée sur la technologie de requête de Business Objects, **BusinessQuery for Géoconcept** libère toute personne susceptible d'accéder au système d'information des contraintes relatives à la gestion d'une base de données relationnelle et du langage **SQL**, en lui offrant une représentation métier des données . Avec **BusinessQuery**, Géoconcept donne enfin aux utilisateurs, quels qu'ils soient, la possibilité d'accéder aux données statistiques et stratégiques d'une manière naturelle.

3.4.7 Le module Publisher for GeoConcept

Ce module de GeoConcept est un rédacteur cartographique qui permet de marier dessin et données. L'ensemble permet de réaliser un besoin exprimé par bon nombre de cartographes, celui de garder le même outil et de pouvoir :

- ◆ Saisir les objets cartographiques et leurs attributs ;
- ◆ Utiliser la base de données et sélectionner les objets dans l'espace ;
- ◆ Enrichir le dessin pour le rendre compatible avec une cartographie ;
- ◆ Stocker les paramètres graphiques pour les réutiliser dans d'autres cartes ;

- ◆ Donner à l'imprimeur un fichier PostScript directement exploitable par sa flacheuse.

Publisher for GeoConcept est construit autour de concepts simples :

Pouvoir mieux dessiner

C'est-à-dire créer des styles textes, lignes, surfaces et symboles au-dessus des objets GeoConcept de façon à disposer de fonctions capables de rédiger fidèlement et finement la base de données cartographique. Dessiner intelligemment car, en fonction de l'échelle d'édition du document cartographique, les proportionnalités d'affichage sont respectées.

Alterner le mode dessin et le mode données

Le mode dessin consiste à paramétrer une classe d'objets, comme dans tout logiciel de PAO, en indiquant les caractéristiques graphiques du style. Ce mode permet de régler 80 % des cas de la carte même si on sait qu'une taille de texte le long d'une rue peut être différente en fonction de la densité d'objets, de la longueur de la rue...

C'est alors que le mode données règle au cas par cas le graphisme : si on veut diminuer la taille du texte pour les rues dont la longueur est égale ou inférieure à 100 mètres, il suffit de les sélectionner avec GeoConcept, de paramétrer la taille du corps de lettre sur un champ et de remplir ce champ par la taille voulue.

Ainsi, sans dénaturer la base, pourra-t-on régler 100 % des cas de composition graphique de la carte en alternant modes dessin et données.

Editer

Publisher for GeoConcept permet en standard l'export EPS soit en sélectionnant des objets permettant ainsi à GeoConcept de couvrir l'intégralité de la chaîne de production cartographique : de la saisie des données géographiques à l'impression en nombre de qualité.

3.4.8 Le module GCIS

GeoConcept Internet Server (GCIS) est un outil complémentaire au système d'information géographique GeoConcept. Il vous permet non seulement d'enrichir le contenu de sites Internet ou Intranet en rendant possible la consultation interactive des

données géographiques, mais aussi de créer des applications Web cartographiques complètes.

Il met à la disposition de l'utilisateur des fonctions conviviales pour naviguer à travers les cartes GeoConcept qui ont été configurées en vue de leur publication sur le serveur Web.

4. Présentations d'autres logiciels SIG

4.1 ArcView

Est depuis plusieurs années imposé comme le standard des Systèmes d'Information Géographique Bureautique. Diffusé aujourd'hui à plus de 600 000 exemplaires dans le monde, il est utilisé dans une très large variété de secteurs d'activité. Le succès remporté par ArcView vient aussi du fait qu'il peut à la fois être utilisé comme un SIG bureautique autonome et comme un logiciel client au sein d'une architecture globale dans le cadre d'Arc GIS.

ArcView est à la fois le SIG bureautique de référence et le point d'entrée vers ArcGIS, la nouvelle famille de Systèmes d'Information Géographique proposée par ESRI. Ensemble, les différents composants d'Arc GIS constituent la gamme la plus complète, la plus adaptable et la plus accessible du marché.

ArcView 8 dispose en outre d'une nouvelle gamme d'extensions totalement compatibles avec les autres membres de la famille Arc GIS :

Arc GIS Geostatistical Analyst : Analyse Géostatistique

Arc GIS 3D Analyst : Modélisation et simulation 3D

Arc GIS Spatial Analyst : Analyse Spatiale

ArcPress pour ArcGIS

MrSID Encoder pour ArcGIS : compression de données

Bien sûr l'utilisateur d'ArcView 3.x retrouvera ses projets et données au sein de la nouvelle version, lui assurant une évolution naturelle vers ArcView 8.

4.2 MapInfo Professional® v.7

Est le leader mondial des Systèmes d'Information Géographique sur PC. Puissant et convivial, il permet de réaliser des analyses géographiques.

MapInfo Professional® est reconnu comme étant l'outil cartographique le plus puissant et le plus intuitif en environnement bureautique. Ses principales caractéristiques sont la connexion transparente aux bases de données relationnelles, la cartographie 3D et les outils pour la création de graphiques, de rapports et de pages HTML. MapInfo Professional peut être personnalisé et intégré à d'autres applications.

Chapitre II

Présentation du sous bassin dix du Bassin versant de la Soummam

Chapitre II

Présentation du sous bassin dix du Bassin versant de la Soummam

Introduction

Le bassin versant de la Soummam est situé à l'Est de l'Algérie. Il est limité au nord par les chaînes montagneuses de Djurdjura, au Sud les contreforts du mont du Hodna, à l'Est par les chaînes des Babors et le plateau de Sétif et à l'Ouest par le plateau de Bouira.

La population dans le bassin de la Soummam est estimée à **1933610** habitants répartis sur quatre wilayas en partie Bejaia, Bouira, Bordj Bou Arreridj et Sétif

1. Situation géographique de la zone d'étude

La basse **SOUMMAM** appartenant au sous bassin numéro 10 sur le répertoire de l'agence nationale des ressources hydrauliques (**ANRH**), est une partie intégrante du bassin hydrologique de la Soummam situé à la limite entre le massif du Djurdjura au nord et les monts des Bibans et des Babors au sud.

La basse Soummam appartient à la wilaya de Bejaia, et s'étend de Sidi Aich jusqu'à la mer sur une distance de 45km et couvrant une superficie de 808km².

Le bassin versant de la basse Soummam est limité :

- ⇒ **Au nord** : par les monts de Taourirth Ighil, les crêtes du djebel Aghbalou et du djebel de Gouraya.
- ⇒ **Au sud** : par la chaîne des Bibans et des Babors.
- ⇒ **A l'ouest** : par le seuil de sidi aich.
- ⇒ **A l'est** : par la mer méditerranée (golf de Bejaia).

Le bassin de la basse Soummam est traversé d'Ouest en Est par l'oued Soummam, formé par la confluence des oueds Sahel et bousselam, décrit une série de méandres d'autant plus accentuées que l'on se rapproche de l'exutoire.

Le fond de vallée proprement dit à une largeur moyenne de l'ordre de 2 Km, avec des resserrements jusqu'à 100m de largeur comme c'est le cas à l'amont de la gorge de Sidi Aich et des élargissements jusqu'à 4 ou 5km comme dans la région d'El Kseur ou la plaine de Bejaia à l'embouchure.

Les principales villes de cette région sont : Sidi Aich, Timezrit, Il maten, EL kseur, Amizour, Oued Ghir et Bejaia.

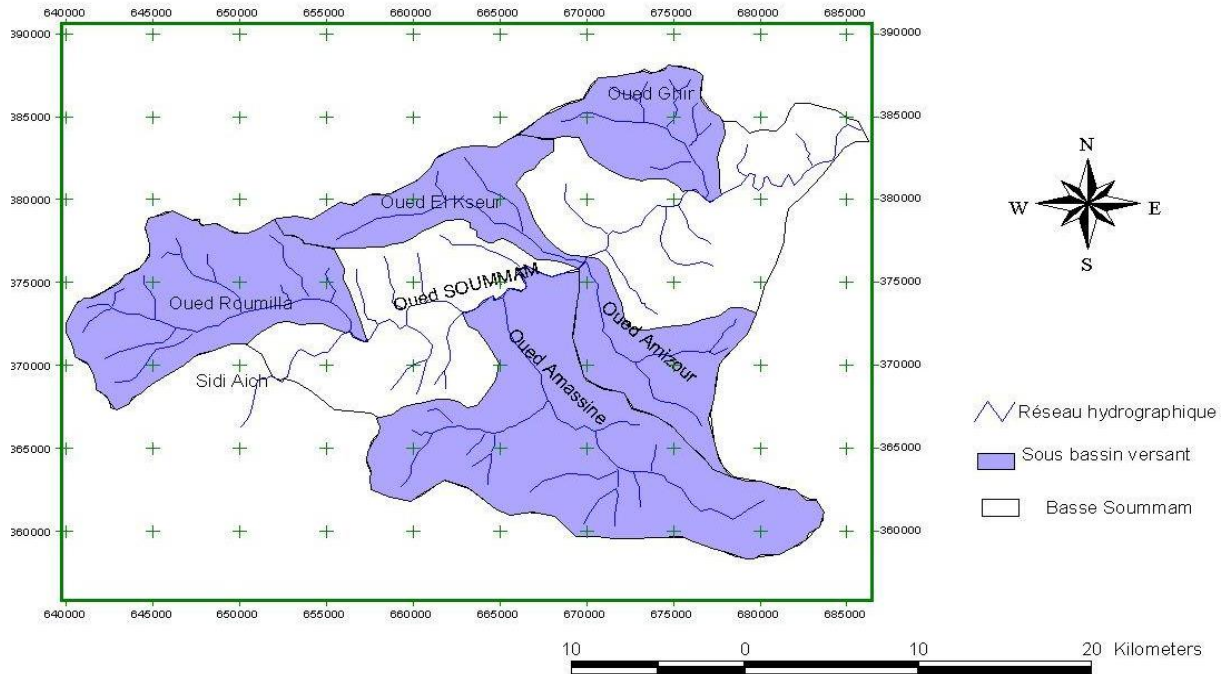


Figure II-1 : Bassin versant de la basse Soummam

2. Aspect socio économique de la région

La vallée de la basse Soummam joue un rôle essentiel dans le développement de l'économie régionale et nationale :

- Dans le domaine agricole, elle représente un potentiel important de terres irrigables économiquement. Ces terres sont situées en bordures immédiates de l'oued Soummam les principales spéculations agricoles sont : les agrumes, les oliviers, les vignes, les arbres fruitiers, et les cultures maraîchères.
- La région abrite un certain nombre de villes et villages qui attirent et sédentarisent de plus en plus la population montagnarde de la région.
- Dans le domaine des communications, elle représente un axe très important et vital, à la fois régional et national sur le plan routier (RN12, RN24, RN26), ferroviaire (voie de chemin de fer Bejaia –Alger), portuaire (port de Bejaia) et aérien (aéroport de Bejaia).

- Elle est empruntée sur toute sa longueur par l'Oléoduc Hassi Messaoud /Bejaia qui assure l'évacuation jusqu'au port de Bejaia d'une partie de pétrole extrait au sud.
- L'industrie quant à elle occupe une place importante dans la région.

3. Aspect géomorphologique

La géomorphologie est l'étude des formes du relief terrestre. Elle permet de décrire et d'expliquer les différentes caractéristiques physiques d'un bassin versant, lesquelles jouent un rôle essentiel dans l'étude des différents termes constituant le bilan hydrologique (ruissellement, infiltration, évaporation...). Parmi les caractéristiques d'un bassin, on trouve :

3.1. Caractéristiques géométriques

a. Superficie

L'aire est la portion du plan délimitée par la ligne de crête ou contour du bassin. Sa mesure est faite soit à l'aide d'un planimètre, soit par la méthode des petits carrés. Elle est généralement exprimée en (km²) et peut être déterminée avec précision acceptable, excepté en zone très plates. Dans ce cas, la détermination de la ligne de partage des eaux est parfois très imprécise et seule une bonne connaissance du terrain peut permettre de lever certaines incertitudes.

La superficie du bassin versant de la basse Soummam est de l'ordre de 808km² dont 77km² sont occupés par la plaine alluviale.

b. Périmètre

Le périmètre est la longueur, généralement exprimée en Km, de la ligne de contour du bassin, sa mesure est faite à l'aide d'un curvimètre.

Le périmètre du bassin de la basse Soummam est de l'ordre 169km.

c. Paramètre de forme

La forme d'un bassin a une influence sur la réaction du bassin versant à une averse donnée.

En effet, le temps de concentration des eaux pour un bassin de forme allongée est plus long que pour un bassin de forme ramassée.

⇒ *Coefficient de compacité (indice de Gravelius)*

Appelé également coefficient de forme, il correspond au rapport du périmètre du bassin à celui d'un cercle de même superficie. Il nous donne une idée sur la forme du bassin (allongé ou ramassé).

$$I_{\text{Comp}} = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = \frac{0.28P}{\sqrt{S}}$$

avec,

P : le périmètre du bassin (Km)

S : la superficie du bassin (km²).

L'indice de compacité du bassin de la basse Soummam est égal à 1.66, ce qui traduit bien le caractère allongé du bassin versant de la soummam.

⇒ **Rectangle équivalent**

La notion du rectangle équivalent permet de ramener la forme quelconque d'un bassin versant à une forme rectangulaire ayant la même superficie, le même périmètre et le même indice de compacité. Cette notion a été introduite pour pouvoir comparer des bassins entre eux du point de vue de l'influence de leurs caractéristiques géométriques sur l'écoulement.

Ses dimensions sont données par les expressions suivantes :

$$L = S^{1/2} * \left(\frac{I_{\text{comp}}}{1.128} \right) \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{I_{\text{comp}}} \right)^2} \right]$$

$$l = S^{1/2} * \left(\frac{I_{\text{comp}}}{1.128} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{I_{\text{comp}}} \right)^2} \right]$$

L : exprimé en Km

Pour le bassin versant de la Soummam, on a : L=72.5km et l =11.1km.

La longueur du bassin est approximativement égale à 6 fois sa largeur. Ceci influencera le temps de concentration du bassin versant en l'augmentant.

3.2. Relief

a. Courbe hypsométrique

Cette courbe met en relation les altitudes et les surfaces dans le bassin versant sous forme de fréquences des superficies inférieures à un seuil donné

b. Indice global de pente

Cet indice caractérise le relief d'un bassin. Il est défini par la formule :

$$I_g = \frac{D}{L} \quad \text{Ou bien} \quad I_g = \frac{(I_{5\%} - I_{95\%})}{L}$$

D : représente la dénivelée (en mètres), séparant les altitudes ayant approximativement 5% et 95% de la surface du bassin au-dessus d'elles. Ces altitudes sont déterminées à partir de la courbe hypsométrique ; **L** : est la longueur du rectangle équivalent, exprimée en Km ; **I_g** : est exprimé en m/km.

$H_{5\%} = 1075\text{m}$, $H_{95\%} = 50\text{m}$ et $L = 72.5\text{km}$

L'indice de pente serait égal à 1.4%.

La valeur de l'indice de pente trouvé ci-dessus traduit la bonne aptitude du bassin versant au ruissellement.

c. Pente moyenne

Elle est très utile dans la mesure où elle nous renseigne sur la topographie et nous permet de comprendre le comportement hydrologique du bassin versant. La pente moyenne du bassin est estimée à 1.5m/km.

d. Altitudes caractéristiques

De la courbe hypsométrique, nous pouvons obtenir les différentes altitudes caractéristiques à savoir :

- ⇒ **Altitude maximale et minimale** : Elles représentent respectivement le point le plus élevé et le point le plus bas du bassin versant qui est généralement l'exutoire .elles sont très utile particulièrement lors de développement de relation faisant intervenir les variables climatologiques.
- ⇒ **Altitude moyenne** : Elle est lue directement à partir de la courbe hypsométrique .l'altitude moyenne du bassin versant de la Soummam est de l'ordre de 430.7m.
- ⇒ **Altitude médiane** : Elle correspond à l'altitude lue au point 50% de la surface totale du bassin versant sur la courbe hypsométrique .Elle est proche de l'altitude moyenne si la courbe présente une pente régulière .Elle est estimée à 330m.

Nous constatons que la valeur de l'altitude moyenne est nettement supérieure à l'altitude de fréquence $\frac{1}{2}$, ce qui traduit bien la dissymétrie du bassin. En effet, 70% du bassin présente une altitude inférieure à 200m alors que 10% a une altitude supérieure à 800m.

e. Dénivelée spécifique

La dénivelée spécifique est le produit de l'indice de pente global par la racine carrée de la superficie du bassin :

$$D_s = I_g \sqrt{S}$$

On peut distinguer différentes classes de relief en fonction de D_s :

- ⇒ Relief faible $D_s < 50m$.
- ⇒ Relief modéré $50m < D_s < 100m$.
- ⇒ Relief fort $D_s > 100m$.

Pour le bassin de notre étude, nous avons D_s est égale à 203m. Nous concluons que le bassin de la basse Soummam possède un relief fort.

3. Hydrographie

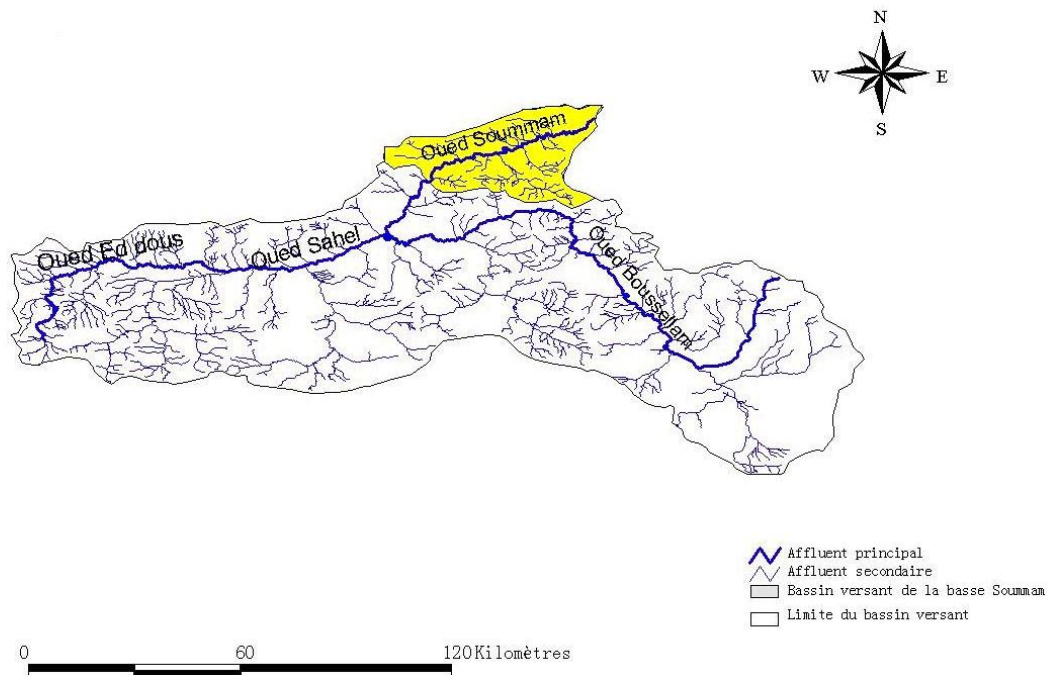


Figure II.2 : Réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam

Le réseau hydrographique du bassin de la Soummam compte 09 principaux oueds totalisant une longueur de 726 Km qui varie de 23 à 226 Km.

Le graphe ci – dessous représente les principaux oueds du bassin.

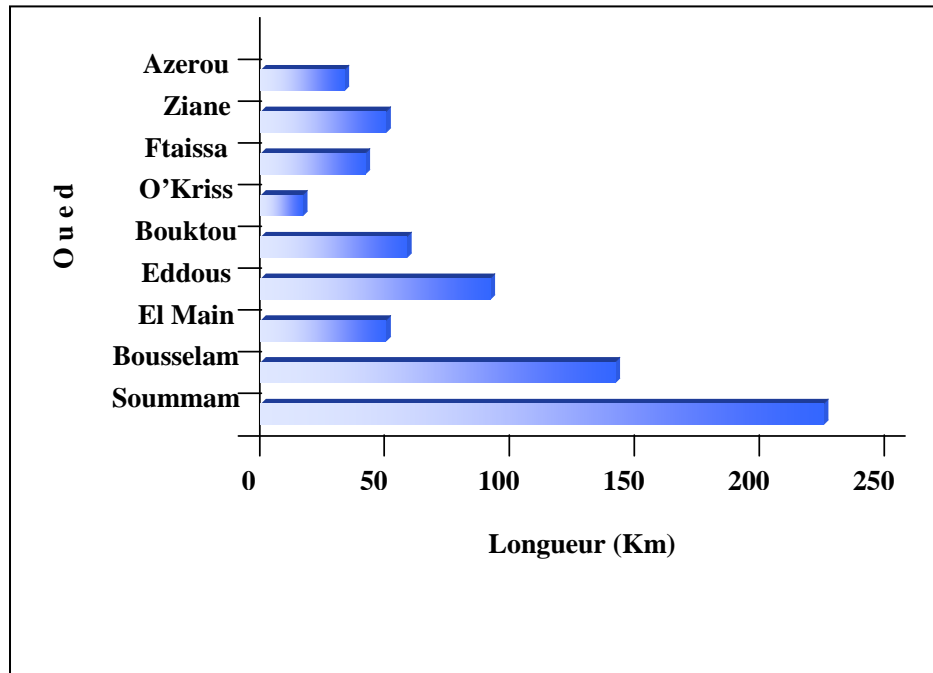


Figure II.3 : Longueur des principaux oueds du bassin

3.1. Caractéristiques du réseau hydrographique

L'appartenance du bassin versant de la basse Soummam au bassin versant de la Soummam lui confère un réseau hydrographique riche et diversifié où les eaux superficielles sont drainées par les différents affluents situés sur les rives gauches et droites de l'oued principal. Parmi ces affluents nous pouvons citer : oued Remilla, oued Amizour, oued Ghir, Oued El kseur.

Le profil en long du cours d'eau représente la variation altimétrique du fond du cours d'eau en fonction de la distance à l'émissaire. La pente moyenne du cours d'eau détermine la vitesse avec laquelle l'eau se rend à l'exutoire, donc le temps de concentration. Cette variable influence le débit maximum observé du cours d'eau. Une pente douce donne à l'eau le temps de s'infiltrer. La pente moyenne du cours d'eau est donnée par la formule

suivante :

$$I_{c\text{-moyenne}} = \frac{\Delta h_{\max}}{L}$$

Avec, Δh_{\max} : Dénivellation max du cours d'eau en (m).

L : Longueur du cours d'eau principal en (m), $L = 46.7 \text{ km}$.

$$I_{c\text{-moyenne}} = \frac{\Delta h_{\max}}{L} = \frac{H_{s\text{-Aiche}} - H_{Béjaia}}{L} = \frac{90.5 - 0}{46.7 * 10^3} \text{ ce qui donne } I_{c\text{-moyenne}} = 1.9 \text{ m/Km}$$

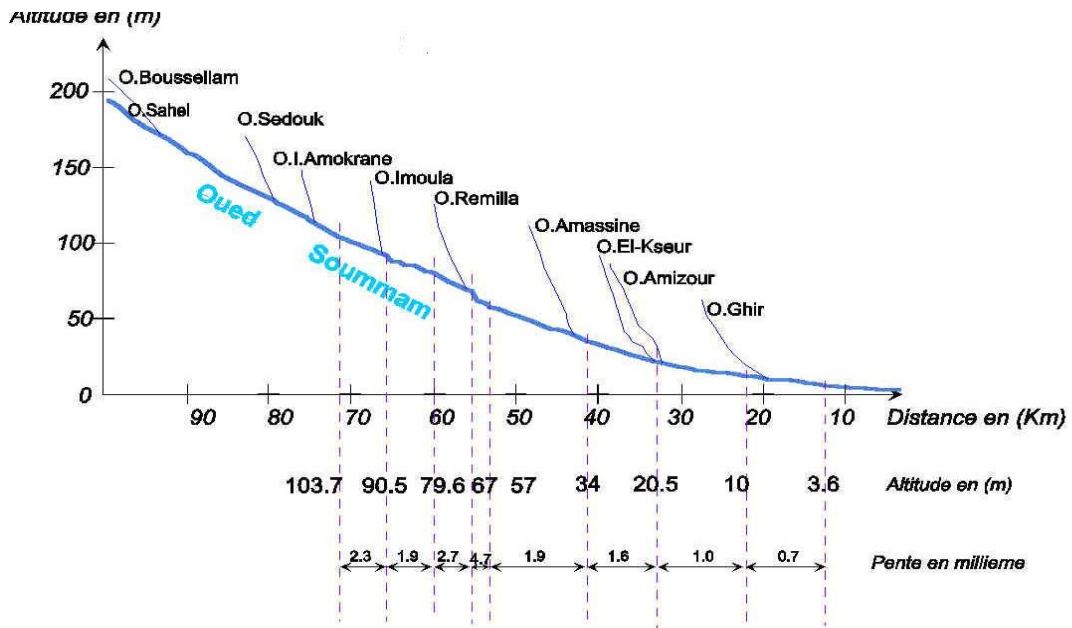


Figure II.4 : Profil en long de l'oued Soummam

3.2. Stations de mesures hydrométriques

Tableau II-1 : Stations de mesures hydrométriques

Code	Station	Oued	Sup. B.V (Km ²)	X (Km)	Y (Km)	Période d'observation	Apport interannuel	Etat
150106	Tilsdit	Eddous	842	626.3	340.6	1964-1986	107.00	OP
150114	Ain testa	Lekhal	190	591.4	329.6	1973-1993	10.20	OP
150204	El Asnam	Ziane	800	620.4	335.5	1967-1993	16.40	OP
150401	Porte de Fer	Azerou	605	650.7	342.0	1968-1993	102.00	OP
150601	Fermatou	Bousselam	105	742.0	329.4	1970-1995	12.50	OP
150701	Ain Zada	Bousselam	105	741.0	329.4	1971-1982	15.95	OP
150702	Magraoua	Bousselam	2350	713.2	333.1	1986-1994	13.50	OP
150703	Boubirek	Bousselam	2950	689.6	354.5	1971-1993	123.80	OP
150709	o.Mosley	Bousselam	1443	723.3	313.9	/	/	OP
150901	Sidi Yahia	Bousselam	4050	670.4	347.1	1971-1995	165.40	OP
151001	Sidi Aich	Soummam	84.20	678.2	369.7	1953-1990	465.10	OP
Total	11							

c. Stations de mesures pluviométriques

La pluviométrie dans la basse vallée de la Soummam est donnée dans le tableau II- 2

Tableau II-2: Stations de mesures pluviométriques

Code	Station	X (Km)	Y (Km)	Altitude (m)	Pluviométrie* (mm)
150101	Sour El Ghozlane	589.3	317.6	850	457
150102	Ain Bassem	587.55	332.9	682	492
150103	El Hachimia	600.7	325.1	730	404
150104	Sidi Attaf	685.75	342.55	836	663
150105	Bouira	607.85	342.95	531	479
150109	Assameur	628.7	348.00	1000	1037
150110	Ain Allouane	624.1	348.35	1025	811
150111	Irorhat	617.3	345.1	580	625
150201	Taghdit souk el kh	616.5	303.18	1000	519
150204	El assnam sh	620.4	335.5	440	379
150301	Michedallah	640.9	341.7	465	422
150311	El adjiba	633.8	339.00	390	354
150401	Portes de fer	650.7	324.2	445	303
150403	Mansourah	659.2	310.10	700	303
150501	Tazmalt	652.7	344.2	350	427
150503	Ighil Ali	658.9	338.9	650	467
150603	Guellal	737.1	308.15	908	326
150606	Sétif pc	743.6	323.8	1081	487
150607	Ain Arnat	734.9	323.55	1100	401
150608	Bouira Coligny	732.00	326.65	1017	471
150609	Elouricia	743.55	334.9	1089	491
150610	Fermatou	742.00	328.6	1043	384
150611	Mahouane	737.75	332.95	1178	475
150612	Sétif INGC INRA	740.10	321.8	970	397
150613	Zeiri	745.75	337.5	1130	510
150614	Tixter	715.00	308.25	956	352
150703	Bou Birek	689.6	354.5	400	652
150704	Bougaa	714.65	339.6	886	500
150706	Ain Abessa	733.10	336.4	1070	546
150707	Bir kasdali	709.5	318.4	980	378
150708	Beni Ourtilane	693.00	351.4	1020	606
150720	Titest mc	700.2	332.5	1120	660
150801	Sidi Embrarek	699.1	313.9	1011	331
150802	Zemmourah	692.8	331.8	950	579
150902	Guelaa	669.00	334.7	1060	417
151002	Akbou	665.4	353.00	240	481
151003	El kseur	692.9	377.75	85	717
151005	Dom.R.Messaoud	700.7	377.70	25	659
151006	Seddouk	678.00	362.10	370	520
151007	Tifra	678.70	375.70	450	891
151014	Sidi Aich	678.60	370.15	105	595
Total	41	-	-	-	511**

*Pluviométrie calculée à partir des séries d'observation entre (1922-1960 et 1960-1989).

**Moyenne arithmétique.

4. Potentialités en eau

4.1 Eaux souterraines

Les unités hydrogéologiques du bassin se répartissent comme suit :

- ⇒ Nappe de la haute et moyenne Soummam,
- ⇒ Nappe de la basse Soummam,
- ⇒ Nappe d'El Asnam,
- ⇒ Nappe des hautes plaines Sétifiennes.

L'estimation de la ressource en eau souterraine dans le bassin de la Soummam faite sur la base des résultats du PNE (Plan Nationale de l'Eau), basée sur la méthode d'approche Pluie –Infiltration a abouti aux résultats donnés dans le tableau II-3 suivant :

Tableau II- 3: L'estimation de la ressource en eau souterraine dans le bassin de la Soummam

Source de l'étude	Méthode utilisée	Potentialité (Hm ³ /an)
PNE	Pluie -Infiltration	153

4.2. Eaux superficielles

Les eaux superficielles sont données dans le tableau II-4

Tableau II-4 : potentialités en eaux de surface

Sous B.V	Code	Sup. du B.V 5Km ²	Apport annuel (Hm ³)
Bousselam	150401	4.309	165.4
Eddous -Sahel	150302	3.755	167.0
Soummam	151001	1.061	132.7
Total		9.125	465.1*

5. Mobilisation de la ressource en eau

5.1. Eaux superficielles

5.1.1. Barrage et retenues collinaires

Le bassin de la Soummam compte :

- ⇒ **02 barrages en exploitation, d'une capacité totale de 155Hm³.**
- ⇒ **02 barrages en cours de construction d'une capacité de 247 Hm³**

⇒ 73 retenues collinaires d'une capacité totale de 13 Hm³

Tableau II- 5: caractéristiques des barrages

Barrage	Oued	Surface du barrage (Km ²)	Capacité (Hm ³)	Volume régularisé (Hm ³)	Destination	Année de mise en service
Ain Zada Lekhal	Bousselam lakkhal	2080 189	125 30	50 17	-Sétif, BBA, El Eulma -Ain Bessam, Sour El ghozlane, El Hachimia	1986 1985
Sous Total			155	67		
Tichy Haf	Bousselam	1520	80	150	-AEP et AEI de Bouira et ville limitrophe	En construction
Tilesdit	Eddous	843	167	73	-AEP et AEI du couloir Akbou -Bejaia	
Sous Total	-	-	247	223	-	-
TOTAL	-	-	402	290	-	-

5.1.2. Transferts

Deux transferts d'eau sont envisagés vers le bassin de la Soummam, il s'agit des transferts IghilAmda-Mahouane et Koudiat –Haut plateaux.

Un volume d'eau de 7 Hm³/an est affecté pour la ville de Bordj Bouts Arreridj à partir du barrage de Ain Zada, un volume supplémentaire de 7.5 Hm³/an est prévu à partir du barrage des Portes de Fer.

Les volumes prévus par ces transferts, ainsi que leurs affectations sont résumées dans le tableau ci-dessous :

5.1.3. Qualité des eaux de surfaces

Le suivi de la qualité des eaux superficielles est assuré par l'ANRH et ce par le biais du réseau national de surveillance qui englobe 06 stations de mesure dans le bassin de la Soummam échantillonnées tous les ans avec une fréquence d'une campagne par mois.

L'évaluation de la qualité a été mesurée pour les paramètres de pollution suivants :

- ⇒ Matières minérales
- ⇒ Matières organiques et oxydables
- ⇒ Matières Azotées
- ⇒ Matières phosphorées

5.2. Eaux souterraines

Tableau II-6 : Mobilisation de la ressource en eaux souterraines

Wilaya	Nombre de forage	Volume produit	Affectation Eau potable	Affectation Irrigation	Affectation Industrie
Bouira	27	2.3	2.3	0	0
Bejaia	207	145.00	60.00	71	14
B.B.A	29	7.00	5.00	2	0
Sétif	47	25.00	21.00	2	2
Total	310	179.30	88.30	75	16

6. Climatologie

6.1 Pluviométrie

La pluviométrie moyenne annuelle pour l'ensemble du bassin est de **511** mm, oscillant entre **300** et **1000** mm en augmentant d'Ouest vers l'Est.

Le bassin englobe **41** stations pluviométriques et **11** stations hydrométriques les écoulements annuels de surface sont estimées à 684 millions de m³.

6.2 Evapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle annuelle calculée d'après l'ANRH varie entre **1214** et **1569** mm

Pour la majeure partie du bassin elle est de l'ordre de **1382** mm

6.3 Facteurs climatiques

Le climat du bassin de la Soummam se caractérise par un climat très humide au Nord et aride au Sud

6.3.1 Température

Les mois les plus chauds sont Juillet et Août avec des températures moyennes qui varient entre 29 ° et 34 ° c selon la situation de la station.

6.3.2. L'humidité relative

L'humidité relative mensuelle sur la cote méditerranéenne est considérablement moindre que celle subsistant à l'intérieure du bassin.

6.3.3 Le vent

Le bassin de la Soummam est en général profondément affecté par le sirocco, particulièrement au cours des mois d'été (Juillet et Août).

7. Caractéristique générales des sols

Les sols de la vallée de la Soummam qui datent du quaternaire, ont été formés, par les dépôts alluvionnaires de l'oued Soummam et par les matériaux d'érosion des formations du Secondaire et du tertiaire transportés en place par des affluents de l'oued Soummam.

Ainsi, les physiographiques unités principales de la vallée de la Soummam se résument comme suit :

Tableau II- 7: les physiographiques unités principales de la vallée de la Soummam

<i>Haute Soummam</i>	<i>Basse Soummam</i>	<i>Moyenne Soummam</i>
Bancs alluviaux	Alluvions	Plaine d'inondation
	Terrasses alluviales	Bancs alluviaux
	Petits cônes alluviaux	Nappe colluviales
Sols résiduels	Rubans des sédiments colluviaux hors chenal	Cônes alluviaux
		Colluvion et cônes d'alluviaux

8. Agriculture

La superficie irriguée dans le bassin de la Soummam est **22267** ha dont les périmètres de M'chedallah et Aribis couvrent **12%**. Les principales spéculations irriguées sont les céréales, les cultures maraîchères, fourrages et arboriculture.

9. Industrie

Les principales unités industrielles en nombre de **105** sont concentrées en grande partie dans les wilayas de Sétif et Bejaia.

L'activité industrielle est répartie principalement en :

- ⇒ Matériaux de construction : **27%**.
- ⇒ Agro – Alimentaire : **26%**.
- ⇒ Chimie plastique et pharmacie : **19%**.
- ⇒ Textiles : **9%**.
- ⇒ Sidérurgie et métallurgie : **3%**.

Chapitre III

Elaboration du Modèle Numérique d'Altitude (MNA) de la zone d'étude

Chapitre III :

**Elaboration du Modèle Numérique d'Altitude (MNA)
de la zone d'étude****Introduction**

Le modèle numérique d'altitude, comme son nom l'indique, est une représentation numérique du terrain en termes d'altitude. Il fournit des renseignements sur la forme et la position de la surface topographique pour une zone géographique donnée. Un **MNA** sera défini relativement à un système d'altitude et un système cartographique spécifique.

Le **MNA** consiste en un échantillon de données spatiales. Il donne une représentation partielle du terrain réel. La représentation des valeurs de l'altitude par un **MNA** est effectuée de manière discontinue et par intention. Or, le relief est un phénomène géographique quantitatif spatialement continu, c'est-à-dire qu'il représente des valeurs distinctes en chaque point de l'espace. L'altitude d'un point quelconque sera alors calculée par interpolation ou extrapolation à partir des altitudes connues des points voisins : les altitudes sont dites alors distribuées. La fonction mathématique d'interpolation ou d'extrapolation est choisie pour reproduire à partir de l'échantillon les informations altimétriques nécessaires à une application donnée, et si possible pour un maximum d'applications différentes.

Le problème abordé dans ce chapitre est celui de la génération d'un modèle numérique d'altitude à partir des courbes de niveau numérisées en utilisant le logiciel SIG GéoConcept et de le visualiser avec le logiciel 3D Max.

1. Présentation de la zone d'étude

Dans cette étude, nous avons pris le tronçon qui se situe entre Sidi Aich et El Kseur. Il s'étend approximativement sur une longueur de 25 kilomètres (Figure III.1). Les principaux affluents de ce tronçon sont l'oued Remilla, l'oued Amizour et oued El Kseur. Dans cette partie du bassin versant de la basse SOUMMAM, l'oued traverse une plaine ayant une largeur variable selon les endroits. Elle varie de 100 m (juste à l'amont de Sidi Aich) jusqu'à 5 kilomètres au niveau d' El Kseur. Cette plaine se trouve immédiatement

bordée par des collines de basses altitudes surplombées par deux ensembles géomorphologiques constituant de véritables barrières naturelles contre les vents.

La plaine liée à cet important oued occupe le fond de la vallée et constitue la principale richesse de la région. La vallée offre des conditions de production pour les cultures de céréales, d'agrumes et l'élevage.

Les forêts couvrent une large proportion du bassin, notamment dans les parties élevées et constituées essentiellement de chaînes de lièges.



Figure III.1 : Situation géographique de la zone d'étude

2. Stratégie adoptée pour la réalisation du MNA

Pour réaliser notre MNA (modèle numérique d'altitude) qui est une représentation numérique simplifiée de la surface d'un terrain, en coordonnées altimétriques (le plus souvent exprimées en mètres par rapport au niveau de la mer) et planimétriques calées dans un repère géographique. Nous avons procédé en trois étapes essentielles :

- Acquisition des données du terrain.
- Digitalisation des cartes et interpolation des points.

- Exportation des tables de données vers d'autres logiciels pour la visualisation du MNA en 3D (Produit final).

Le digramme suivant nous permet de résumer les différentes étapes poursuivies pour la réalisation du MNA :

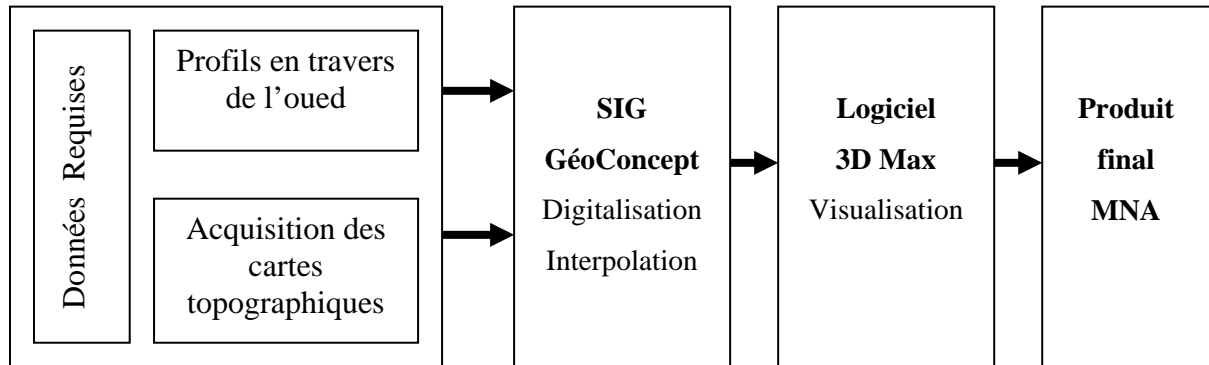


Figure III.2 : Différentes étapes pour la réalisation d'un MNA

2.1 Acquisition des données

a- Cartes topographiques utilisées

Les cartes topographiques qui ont été utilisées sont les suivantes :

Carte 1/25000 de Sidi Aich (NJ-31-V-43-Est)

Carte 1/25000 de Sidi Aich ((NJ-31-V-42 Ouest)

Carte 1/25000 de Sidi Aich (NJ-31-V-41 Est)

b- Les profils en travers de l'Oued

Les données des profils en travers utilisées dans cette présente étude, ont été collectées auprès de la DHW de Bejaia. En raison de leurs insuffisance (en terme de densité) nous avons été amené à générer de nouveaux points tout le long de l'axe de l'oued et au niveau de chaque profils en travers afin de reproduire de manière fidèle la sinuosité de l'oued et la topographie de la plaine qui est susceptible d'être inondée. Cette tâche a été effectuée en tenant compte des points des profils en travers déjà existants et en s'appuyant sur les données des cartes topographiques de la zone d'étude. [6]

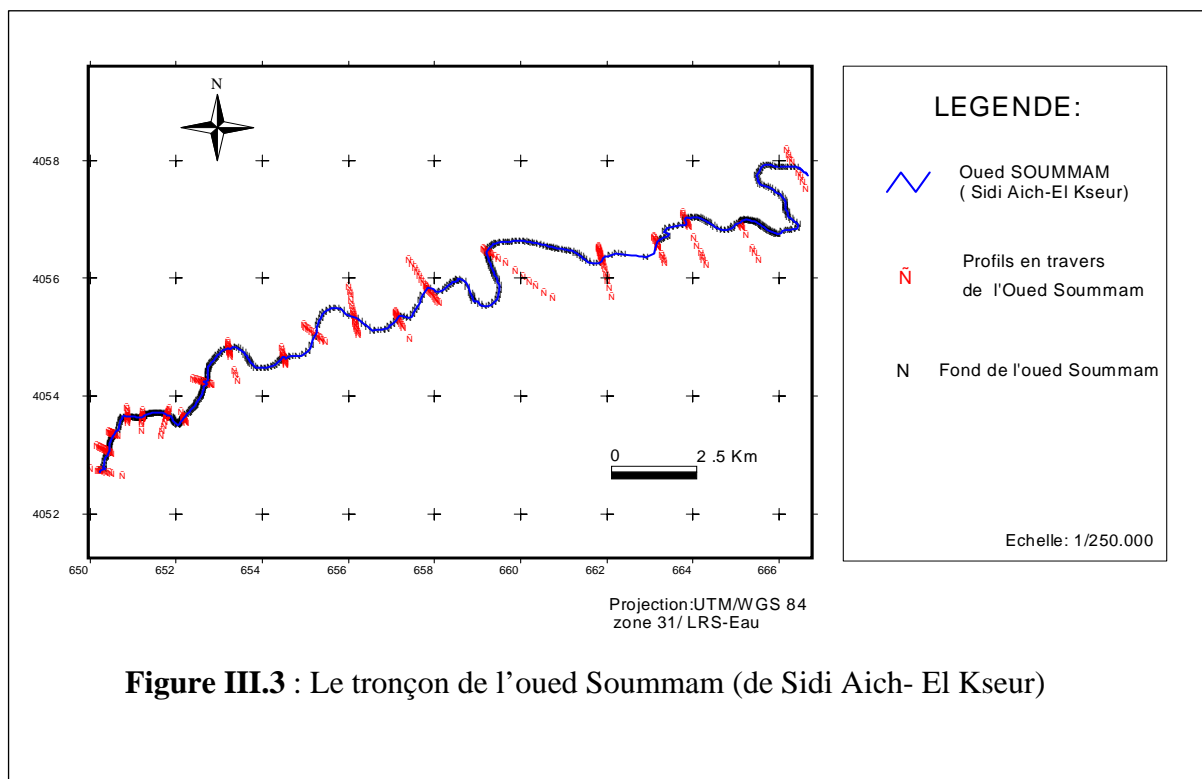


Figure III.3 : Le tronçon de l'oued Soummam (de Sidi Aich- El Kseur)

2-2 Digitalisation des cartes

La première étape consiste à scanner le document ou la carte que l'on voudrait digitaliser. Une fois la carte scannée, nous pouvons l'importer dans un logiciel SIG afin de pouvoir extraire des couches d'informations en digitalisant dans des tables différentes chaque type d'information sous forme de couche thématique (réseau hydrographique, courbes de niveau, réseau routier, infrastructures hydraulique, les aménagements hydrauliques, les points d'eau, les ouvrages de mobilisation des ressources en eau,.....etc.). Nous pouvons constituer autant de couches que nous souhaitons. En lançant le SIG GeoConcept la fenêtre ci dessous apparaît : (figure III.4)

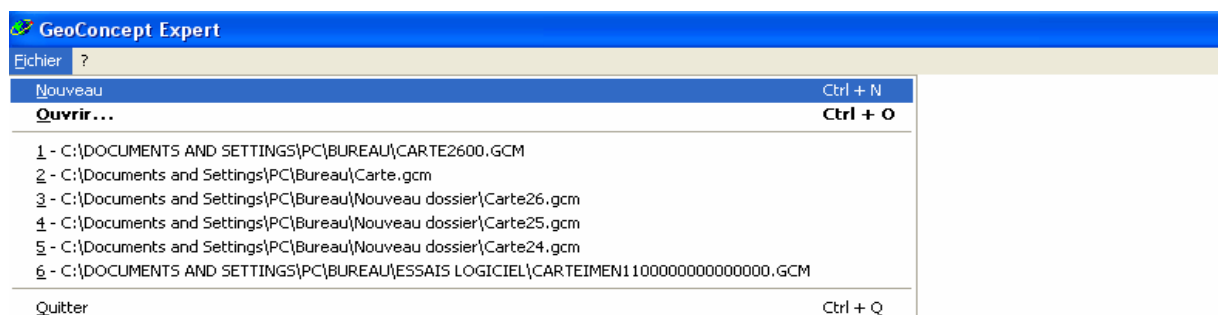


Figure III.4: Ouverture d'un nouveau fichier

En cliquant sur : « Nouveau » la boîte de dialogue ci-dessous apparaît (figure III.5)

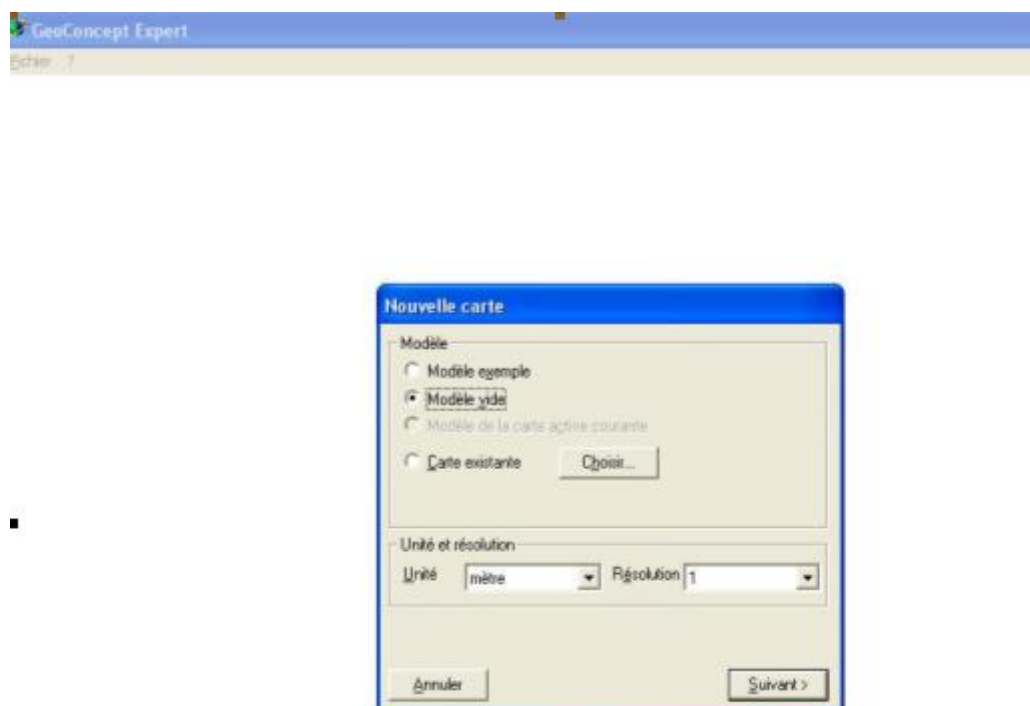


Figure III.5 : Ouverture d'une nouvelle carte

Une fois notre carte créer, la boîte de dialogue suivante apparaît.

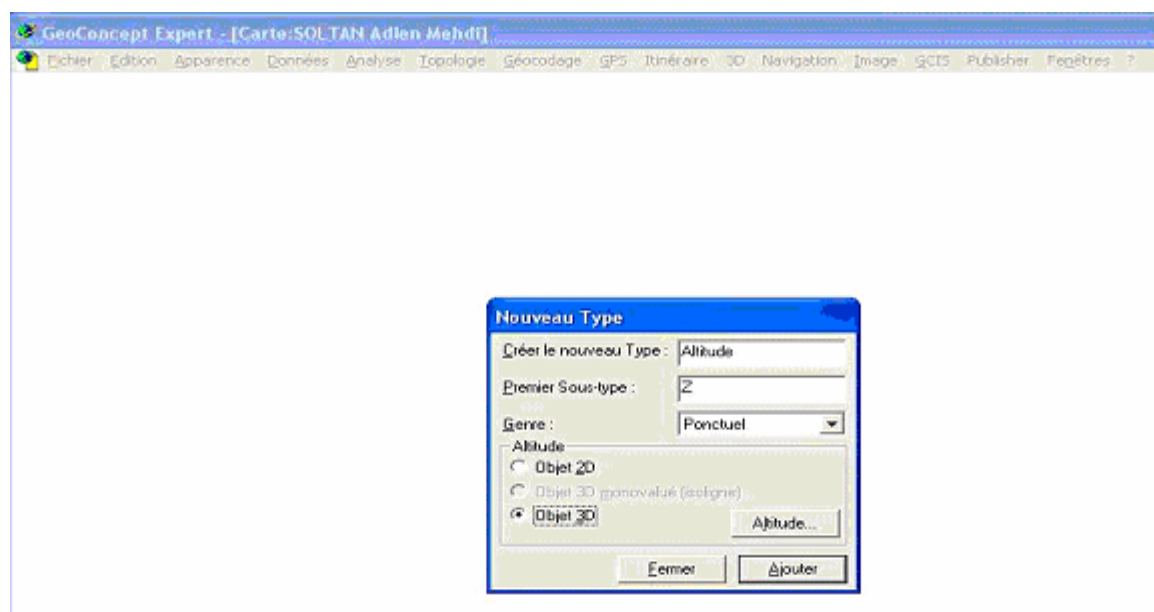


Figure III.6 : Création du premier type (Altitude)

Nous devons alors saisir les champs qui constituent la table de données de ce nouveau type (couche d'information).

En valide en cliquant sur « Ajouter ».

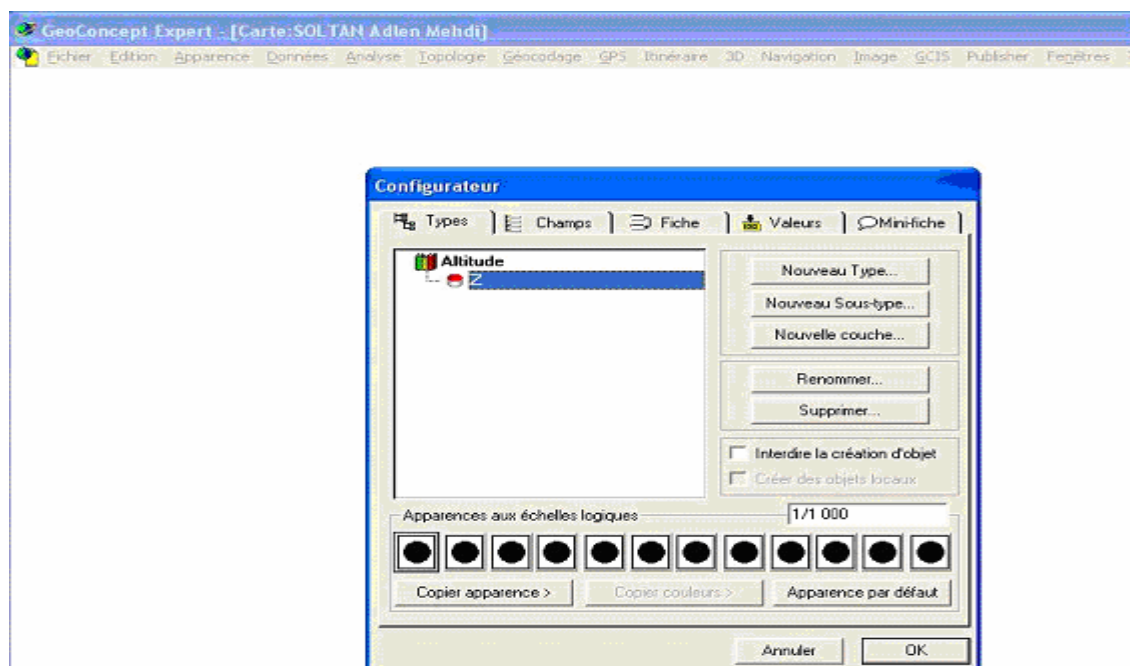


Figure III.7 : Configuration de la couche altitude

Une fois les champs constituant la table de données de ce type sont saisis, la table de dialogue suivante apparaît (figure III.7).

On fait la même chose pour la deuxième couche d'information (courbe de niveau). (Figure III.8).

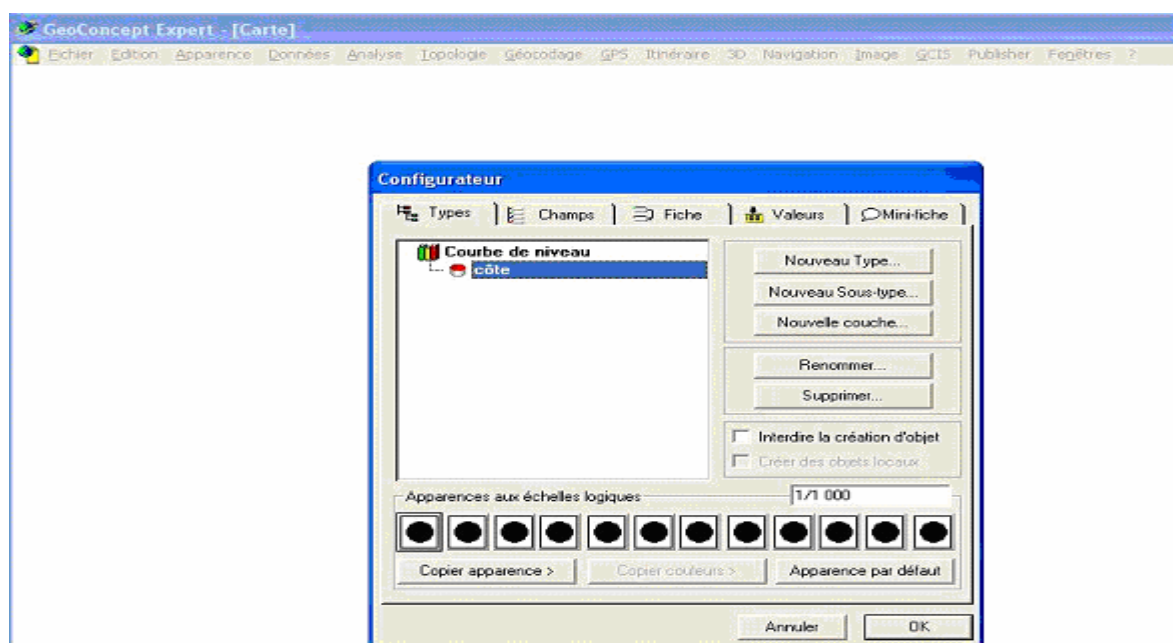


Figure III.8 : Configuration de la couche courbe de niveau

▪ Intégration de fichier raster

L'utilisation de fichiers image ou raster se généralisant, Géoconcept propose le module d'intégration de document cartographiques scannés, permettant à l'utilisateur d'intégrer lui-même ses propres fichiers raster.

Intégrer un fichier raster dans Géoconcept, c'est :

- 🗨️ Créer une couche virtuelle de genre raster associée à un sous type d'objet ponctuel ;
- 🗨️ Saisir au moins de quatre points de référence dont on connaît les coordonnées géographiques sur le papier ;
- 🗨️ Choisir sa méthode de calage et calculer les résidus des points référence pour accepter ou rejeter le calage ;
- 🗨️ Lancer éventuellement une déformation de l'image originale pour optimiser le calage entraînant la génération d'un nouveau fichier ;
- 🗨️ Valider et protéger le ou les fichiers raster afin de procéder à la création de la base de données avec saisie d'objets vectoriels associées à des informations alphanumériques. [8]

En cliquant sur l'onglet « Fichier », la fenêtre suivante apparaît (Figure III.9).

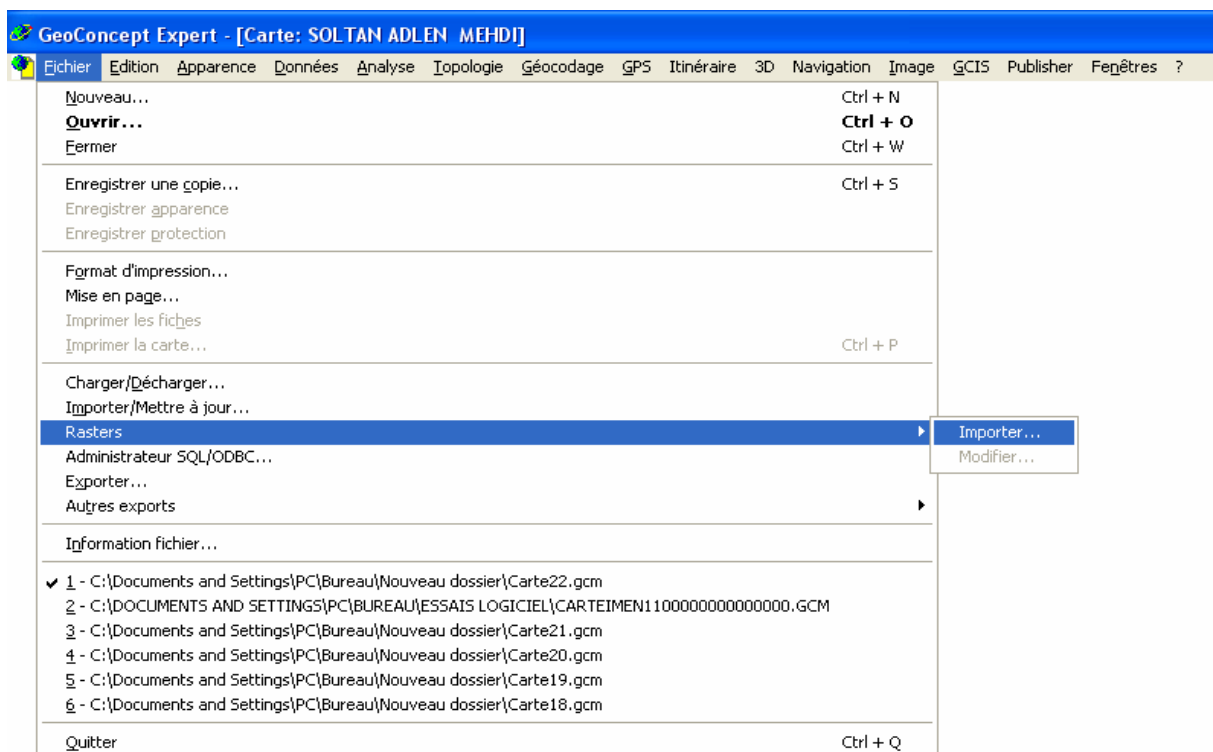


Figure III.9 : Importation d'un fichier raster

En cliquant sur : Importer Raster, la boîte de dialogue suivante apparaît (figureIII.10).

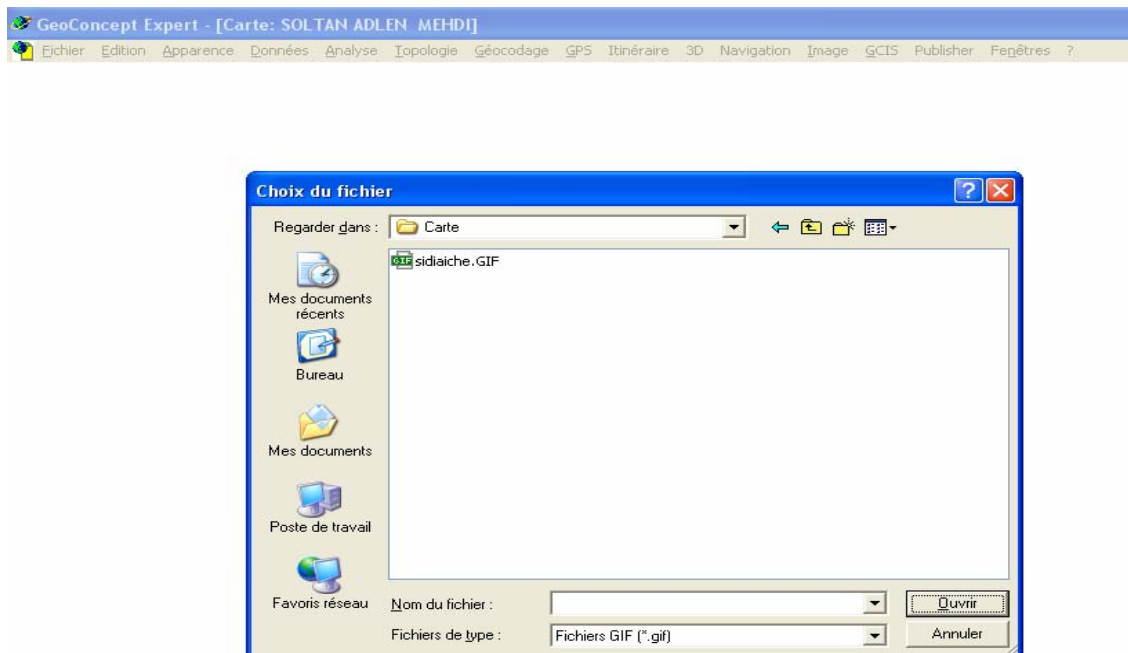


Figure III. 10 : Choix du fichier à importer

Géoconcept accepte les fichiers image ou raster aux formats :

- 🚦 BMP non compressé de 2 à 16 millions de couleurs ;
- 🚦 BIL (SPOTView) format SPOT image en 8 bits (niveaux de gris) et 24 bits (millions de couleurs) ;
- 🚦 TIFF non compressé ;
- 🚦 GIF limité à 256 couleurs ;

Une fois notre image (ou raster) et le format choisi, nous cliquons sur « ouvrir ».

La boîte de dialogue ci –dessous s’affiche.

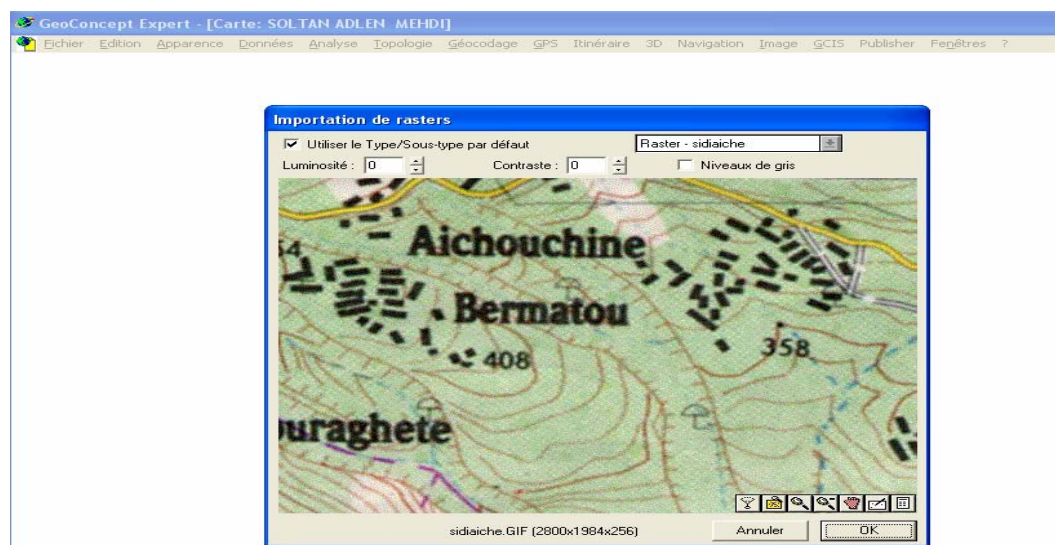


Figure III.11 : Importation de la carte de Sidi Aich

- Calage de points

Pour faire le calage de points, nous devons tout d'abord choisir sur l'image des points de références qui serviront comme points de calage. Il nous faut au moins quatre points de références, sinon, nous ne pouvons pas faire le calage.

Une fois un point de référence repérée sur l'image affichée sur l'écran, nous cliquons sur le pixel correspondant pour introduire ses coordonnées géographiques lues à partir de la carte topographique (Figure III.12).

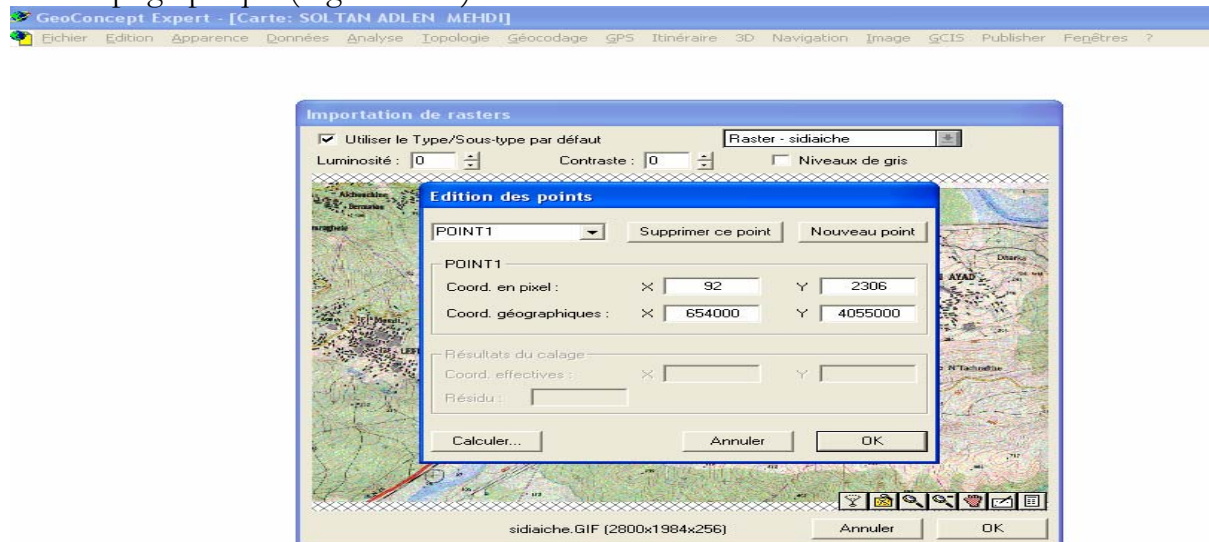


Figure III.12 : Saisie du point de référence

Nous renouvelerons cette opération autant de fois que nous le souhaitons. Lors de la saisie de ces points, il est préférable de quadriller la carte de telle sorte que les points de repère soient pris dans les quatre coins de la carte comme le montre la figure III.13.

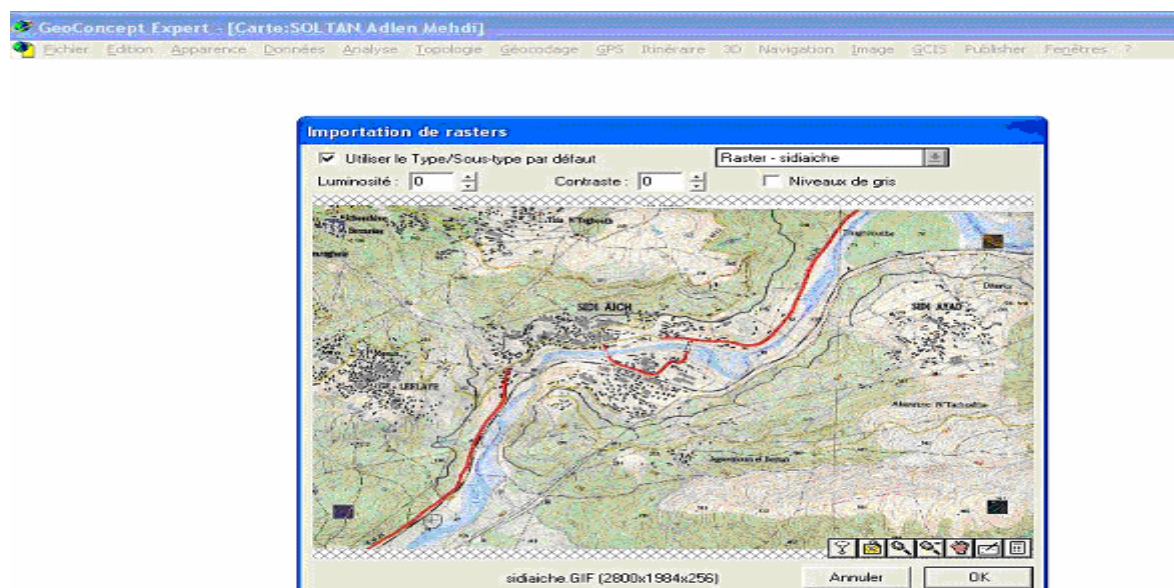


Figure III.13 : Emplacement des quatre points saisis

Une fois les quatre points saisis, Geoconcept affiche l'erreur de calcul de chaque point. (Figure III.14)

On choisit la méthode de calage la plus adaptée pour obtenir une valeur d'erreur faible et un angle de rotation égale à zéro.

Géoconcept nous propose trois méthodes de transformation permettant d'effectuer le calage

- 📌 **Calage sans rotation** : effectue une translation et/ou un changement d'échelles, le même en X et en Y (homothétie).
- 📌 **Helmert** : permet le déplacement des coordonnées, le changement d'échelles identiques dans les deux directions X et y et une rotation .ne corrige pas, en revanche, les déformations du papier enregistrées sur le fichier scannérisé. N'autorise pas les changements d'axes.
- 📌 **Helmert étendu** : autorise toutes les déformations sur le même principe que la méthode précédente, auxquelles s'ajoute un changement d'orthogonalité des axes et des échelles différentes en X et en Y.

Une fois la méthode choisie, on lance le **calcul** en cliquant sur le bouton correspondant. Les coordonnées calculées (X et Y) ainsi que leurs résidus apparaissent dans les colonnes réservées. Les résidus sont exprimés dans l'unité choisie de la base.

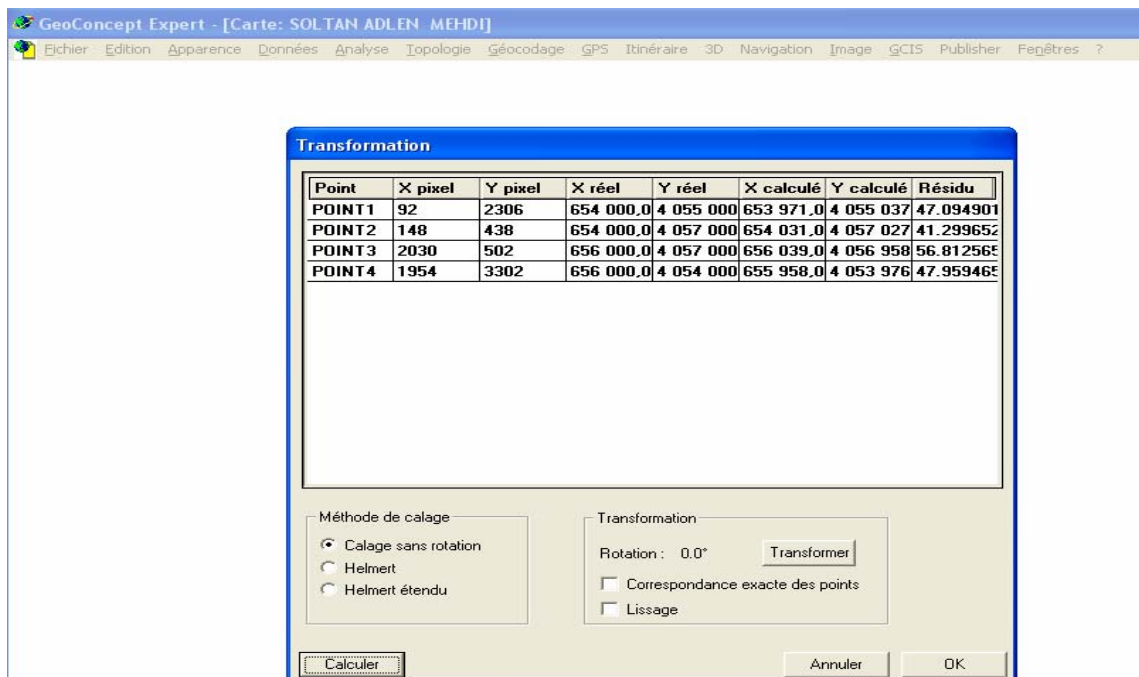


Figure III.14 : Choix de la méthode de calage

Une fois le calcul terminé (erreur voisine de zéro), on clique sur « Ok » et la fenêtre ci-dessous apparaît (figure III.15) :



Figure III .15 : Carte de Sidi Aich après calage des points

- La Digitalisation

Nous pouvons commencer la digitalisation en choisissant le thème (point, poly ligne, polygone), (figure III.16).

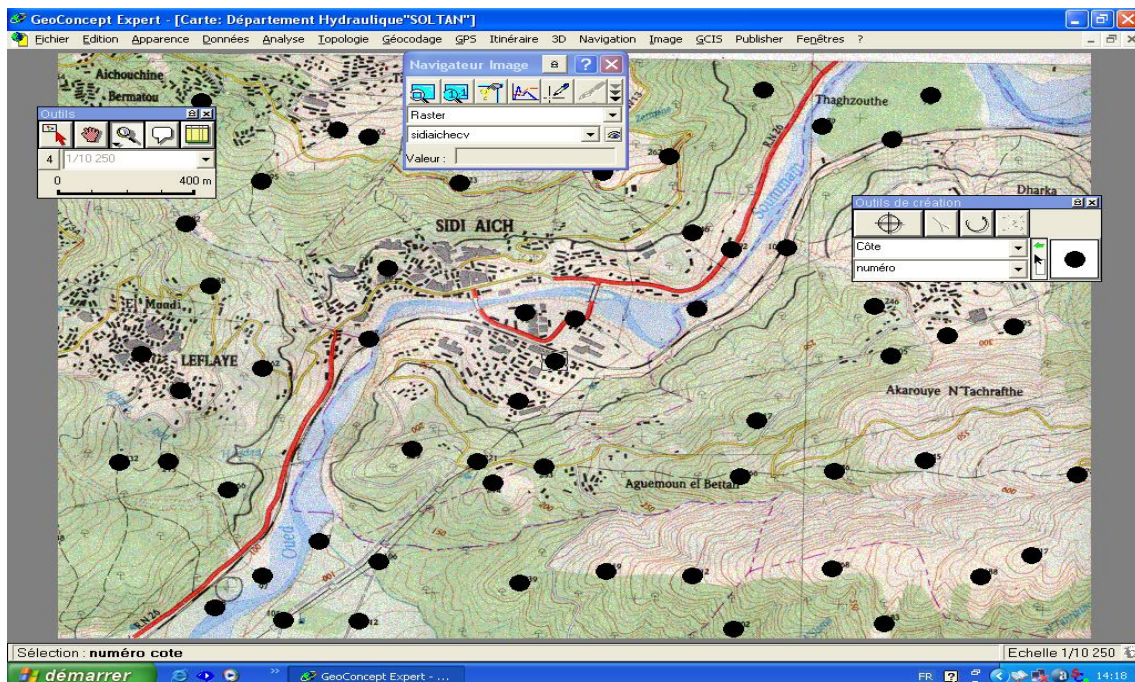


Figure III.16 : Carte de Sidi Aich digitalisée

Une fois la digitalisation terminée, nous exportons la table de donnée vers d'autres logiciels afin d'y apporter d'autres traitements en spécifiant l'extension.

Geoconcept (*.txt), Map info (*.mif), Autocad (*.dxf), dbase (*.dbf), ASII (*.txt), Modèle de donnée (*.gct), text Excel (*.csv).

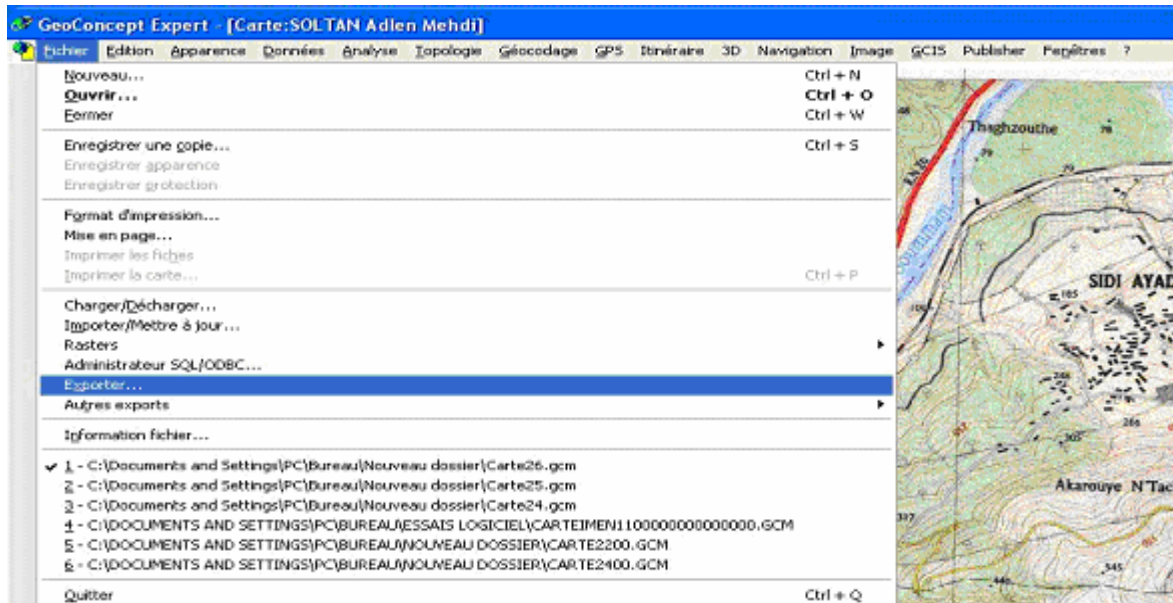


Figure III.17 : Exportation d'un fichier

En cliquant sur « Exporter » (figure III.17), la boîte de dialogue ci-dessous apparaît.

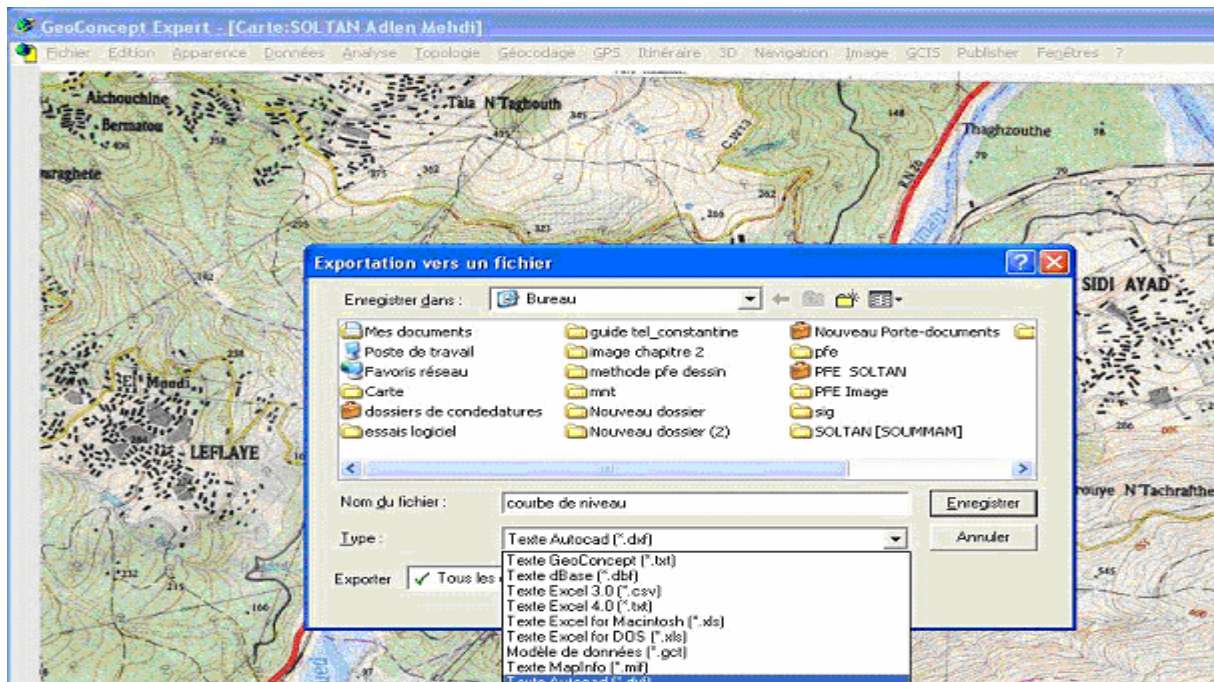


Figure III.18: Choix du format d'exportation

2.3. Elaboration du MNA de la zone d'étude

Un MNA nous permet d'évaluer l'altitude en tout point de la pleine alluviale de la zone située entre Sidi Aich et El Kseur.

Geoconcept nous permet d'avoir les altitudes et les coordonnées, de l'ensemble des points distribués de manière régulière dans tout le domaine d'étude comme le montre la figure ci-dessous (figure III.19).

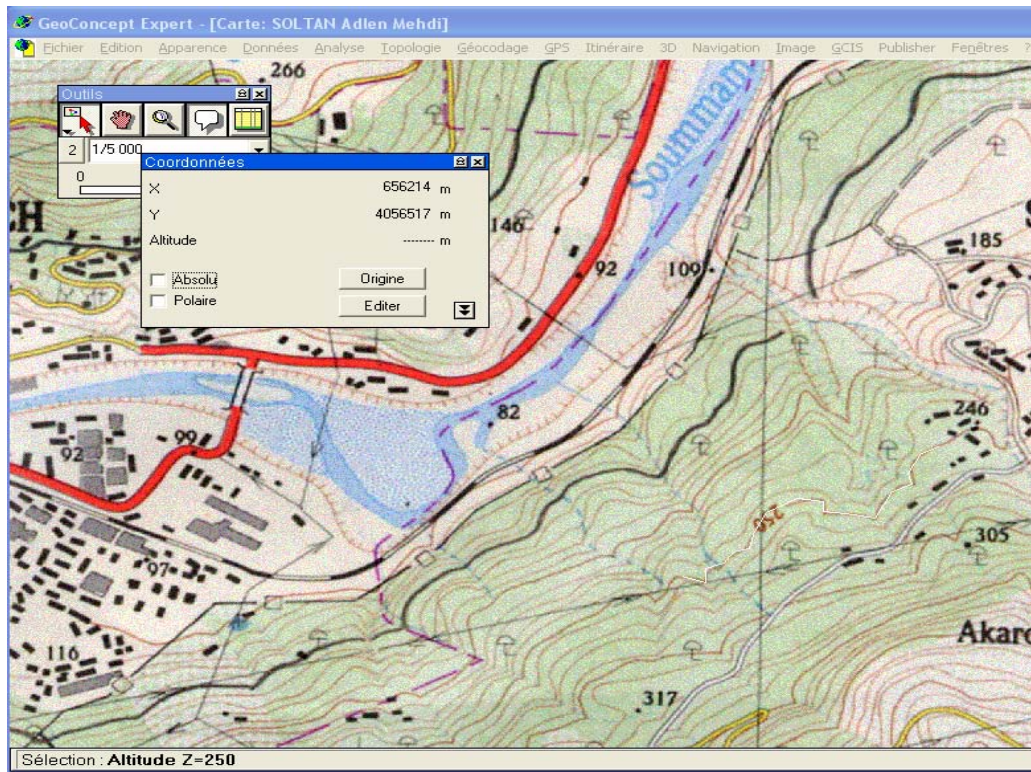


Figure III.19 : Coordonnée (X, Y, Z) de n'importe quel point de la carte

Ainsi, on peut visualiser notre MNA, en exportant la table de donnée vers le logiciel « 3D max », utilisée beaucoup plus par les architectes en utilisant l'extension (*.dxf) pour obtenir à la fin le produit ci-dessous (Figure III.20).

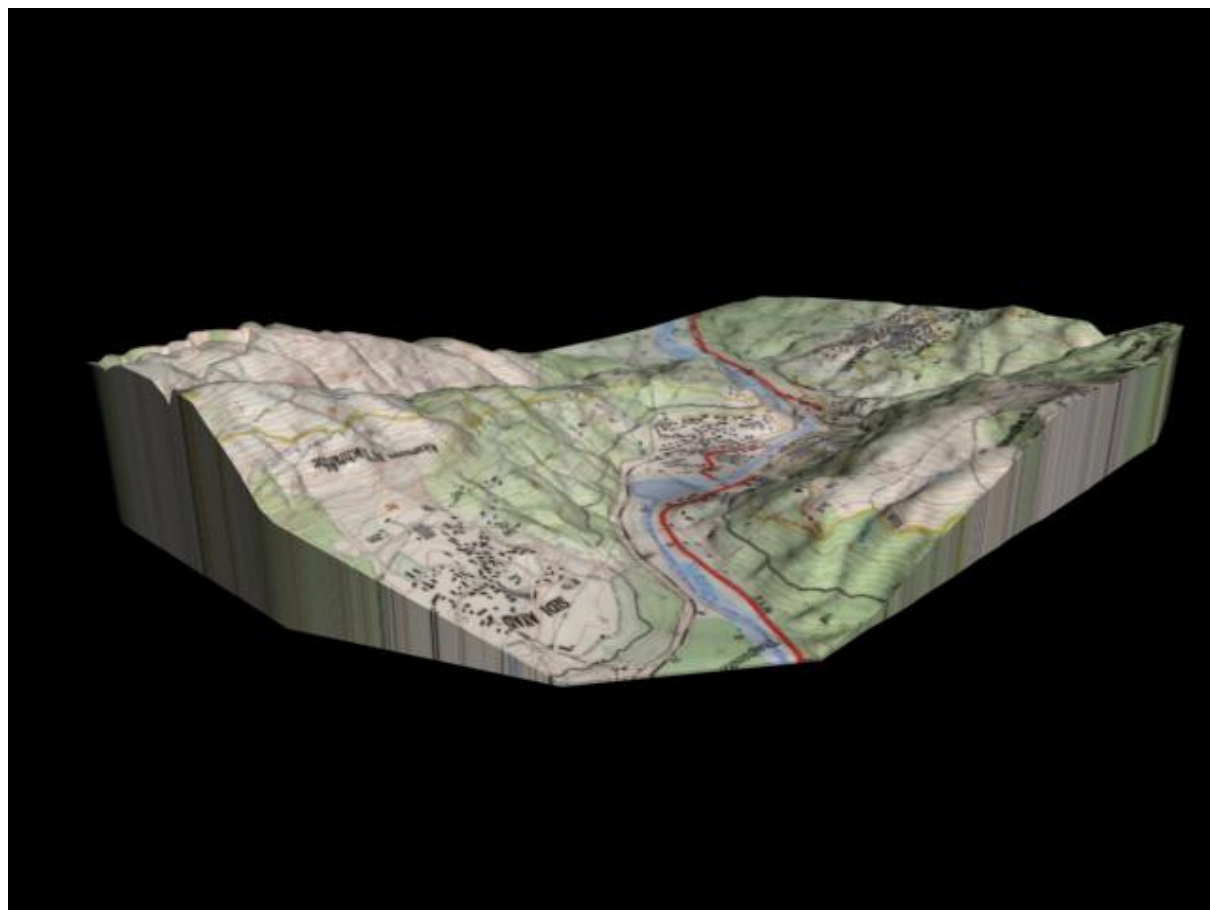


Figure III.20 : Vue en 3D de la zone d'étude

Conclusion

Notre modèle numérique d'altitude a été élaboré à partir des courbes de niveaux digitalisées par le logiciel SIG **GéoConcept**.

Le logiciel 3D max a été utilisé pour la visualisation en 3D, après importation de donnée à partir du GéoConcept au format (.dxf).

Chapitre IV

Application du SIG Géoconcept

Chapitre IV

Application du SIG Géoconcept

Introduction

La possibilité d'effectuer des analyses informatiques dans un environnement SIG ouvre des perspectives insoupçonnées. Pourtant, l'homme a également besoin d'une représentation graphique ressemblant à la carte qui lui est familière. Grâce à la complexité de son cerveau, il peut avec une bonne carte avoir une vision très claire d'une problématique donnée. La représentation du fichier numérique à l'aide de symboles est également très utile pour l'affichage des données sur écran. Pour l'homme de terrain, il est également très intéressant de disposer d'une carte contenant les mêmes informations que le fichier informatique qui se trouve dans son bureau.[10],[11]

C'est dans ce cadre que le recours aux systèmes d'informations géographiques s'avère nécessaire de nos jours, surtout avec l'explosion fantastique et le développement important de l'informatique, et ce pour :

- La collecte et la gestion de données.
- Le traitement et l'analyse de données spécialisées dans le cadre d'applications spécifiques.
- La production d'informations dérivées sur la base d'un vaste ensemble de données hétérogènes, en faisant diverses combinaisons et superpositions.

1. Les étapes de réalisation du SIG

Dans ce chapitre, on essaiera d'utiliser le **SIG Geoconcept** pour sauvegarder notre base de données dans des cartes numérisées, afin d'avoir des cartes comportant le maximum d'informations, de cartographier les écoulements et de faire ressortir les couches d'informations qu'on désire, pour des utilisations futures.

Pour cela, on a procédé comme suit :

- ⇒ **Collectes des Données.**
- ⇒ **Numérisation des données cartographiques sous GeoConcept.**
- ⇒ **Création de la base de données numériques sous GeoConcept.**
- ⇒ **Extraction des couches d'informations.**

Le diagramme suivant résume les différentes tâches suivies pour l'établissement de ces cartes :

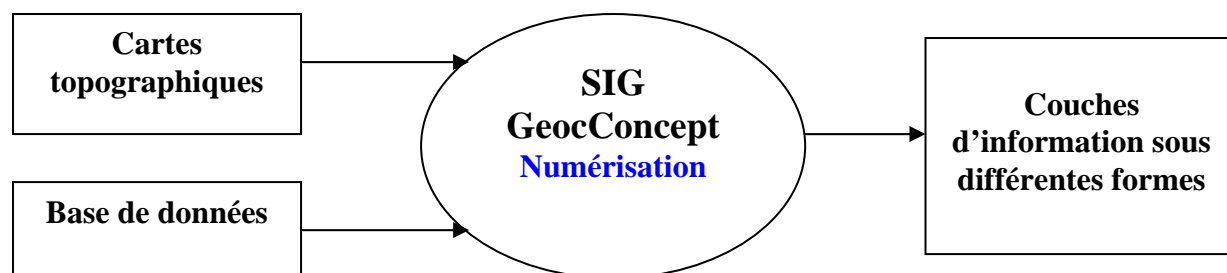


Figure IV.1 : Différentes étapes pour la réalisation d'un SIG

1.1 Collecte des Données

Pour collecter le maximum de données concernant le bassin versant de la Soummam nous avons eu recours à plusieurs sources. Il s'agit entre autre de:

- L'agence des Bassin versant. Algéroï-Hodna-Soummam
- DHW de la wilaya de Bejaia.

1.2. Numérisation des données cartographiques sous GeoConcept

La géométrie des objets disposés sur les cartes a été récupérée par numérisation semi-automatique à l'aide d'un scanner et sous le logiciel **GeoConcept** en mode vectoriel. Ainsi, les unités cartographiques sont des points, des arcs ou des polygones.

1.3 Création de la base de données numériques sous GeoConcept

Cette étape consiste à charger les cartes digitalisées auparavant, avec toute l'information collectée.

Pour cela, on procède comme suit :

- Une fois la carte digitalisée, on clique sur **Configurateur** du menu **Données** (Figure IV.1).

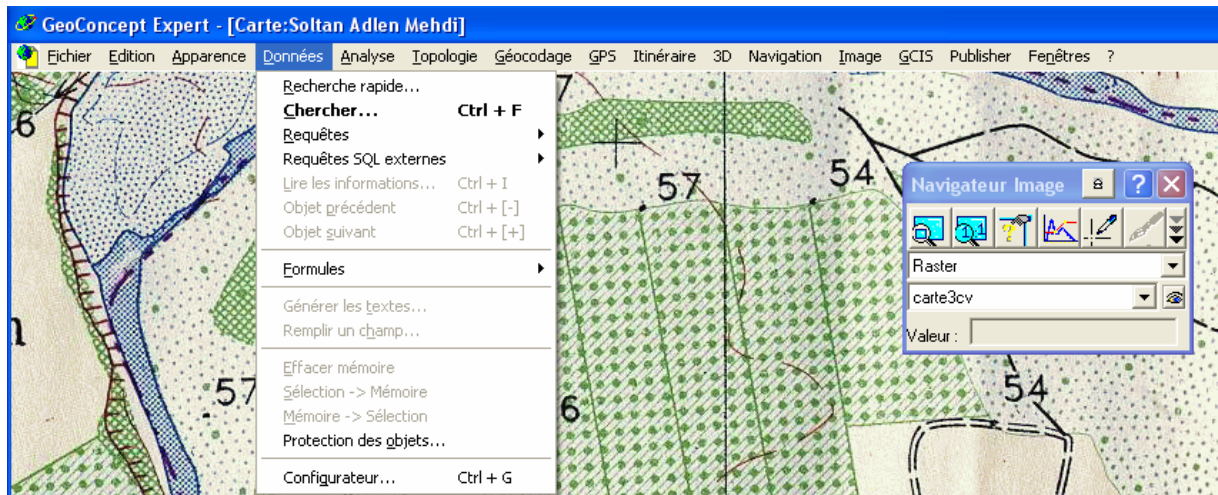
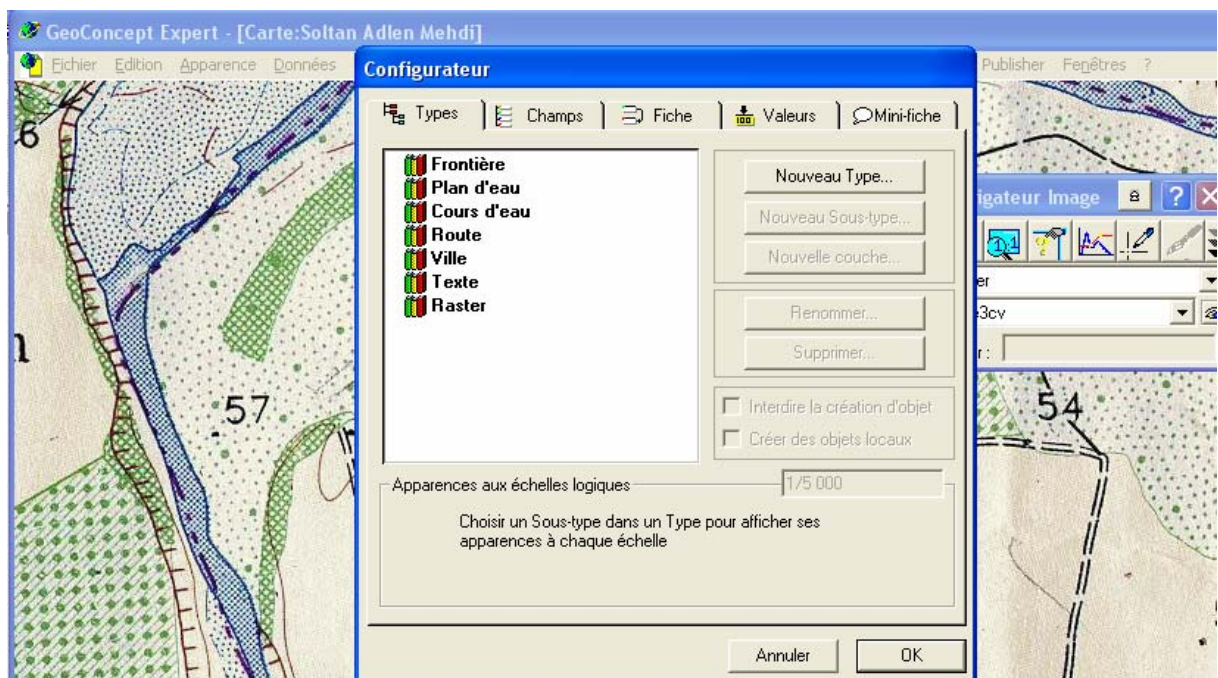


Figure IV.2 : Ouverture de la fenêtre Donnée

Alors, la fenêtre ci-dessous s'affiche (FigureIV.3).



FigureIV.3 : Création d'un nouveau type

On fait introduire un nouveau type, son premier sous type et son genre (ponctuel, linéaire, ou polygone).

Exemple

Si nous nous intéressons à un forage

- **Type : Equipement hydrographique**
- **Sous-type : Forage**
- **Genre : Ponctuel.** Comme le montre la figure IV.4 ci-dessous :

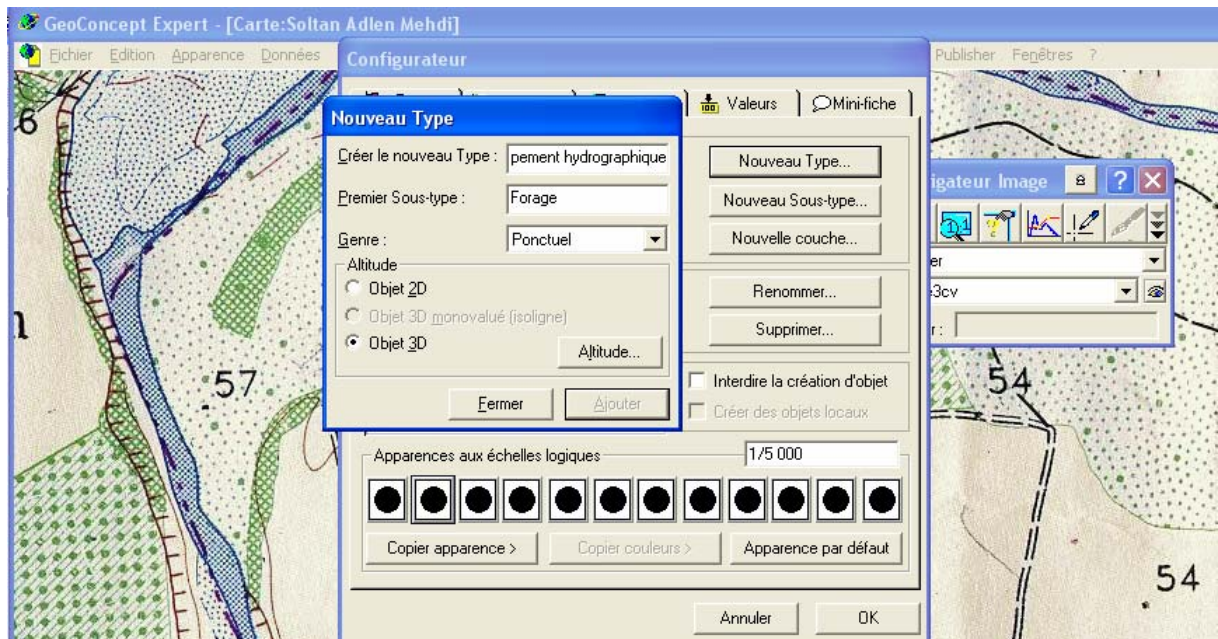


Figure IV.4 : Configuration d'un type

Une fois toutes les informations sur les équipements hydrographiques introduites, on procède à l'introduction d'information concernant chaque sous type. Pour cela, on clique sur **champs** du **Configureur** pour remplir toutes les informations concernant notre Forage (Ex : Etat de forage), comme le montre la figure IV.5.

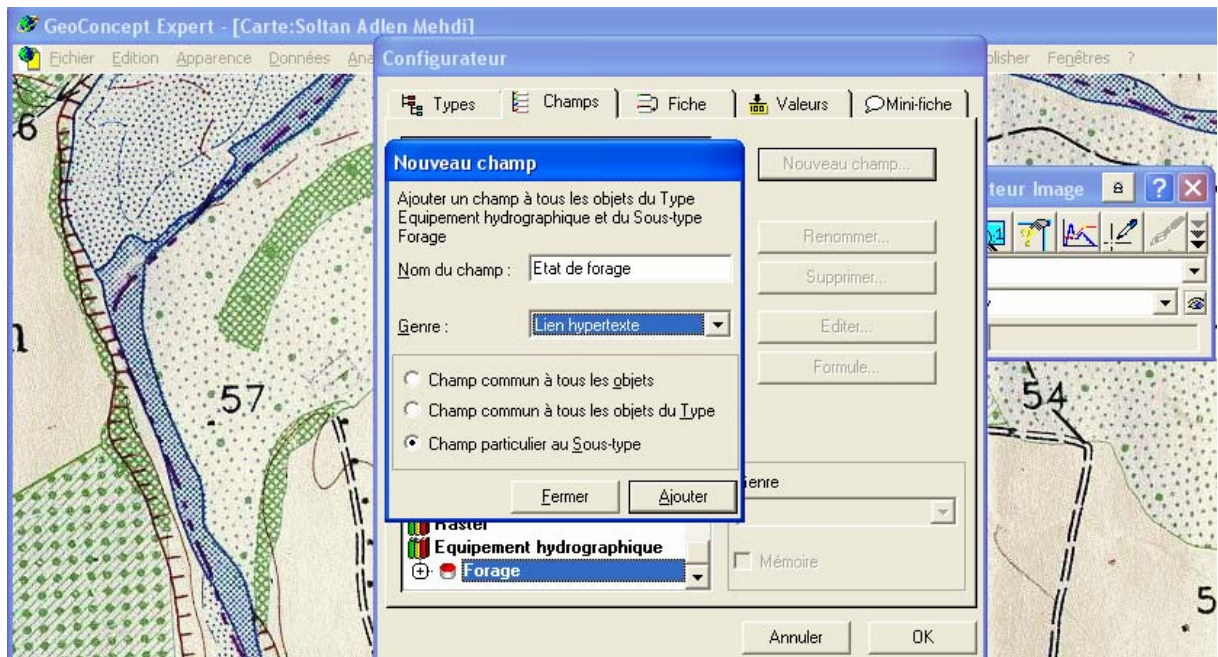


Figure IV.5 : Configuration d'un champ

Après introduction des données dans notre carte scannée et digitalisée, il nous reste à sauvegarder cette copie pour des utilisations futures. Pour cela, on clique sur **Enregistrer une copie** du menu fichier comme le montre la figure IV.6, ci-dessous :

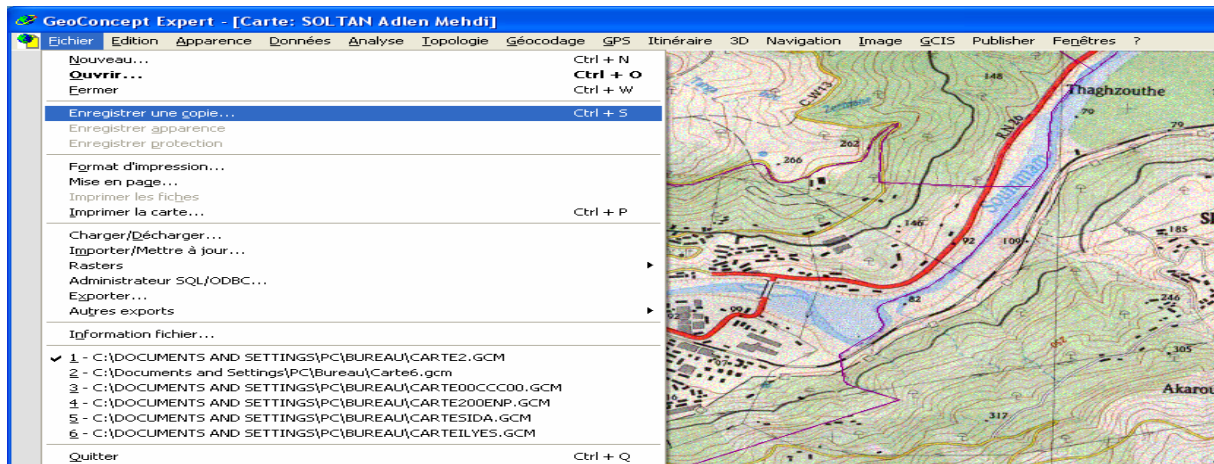


Figure IV.6 : Enregistrement d'une copie

1.4. Extraction des couches d'information

L'extraction des couches d'informations se fait à l'aide du logiciel SIG Geoconcept, soit sous forme de couches thématiques (Réseau Hydrographique, réseau routier, Réseau SONEGAS, Equipement hydraulique, etc..)ou sous forme de tableaux constituant l'ensemble d'informations.

1. Sous forme de couche thématique

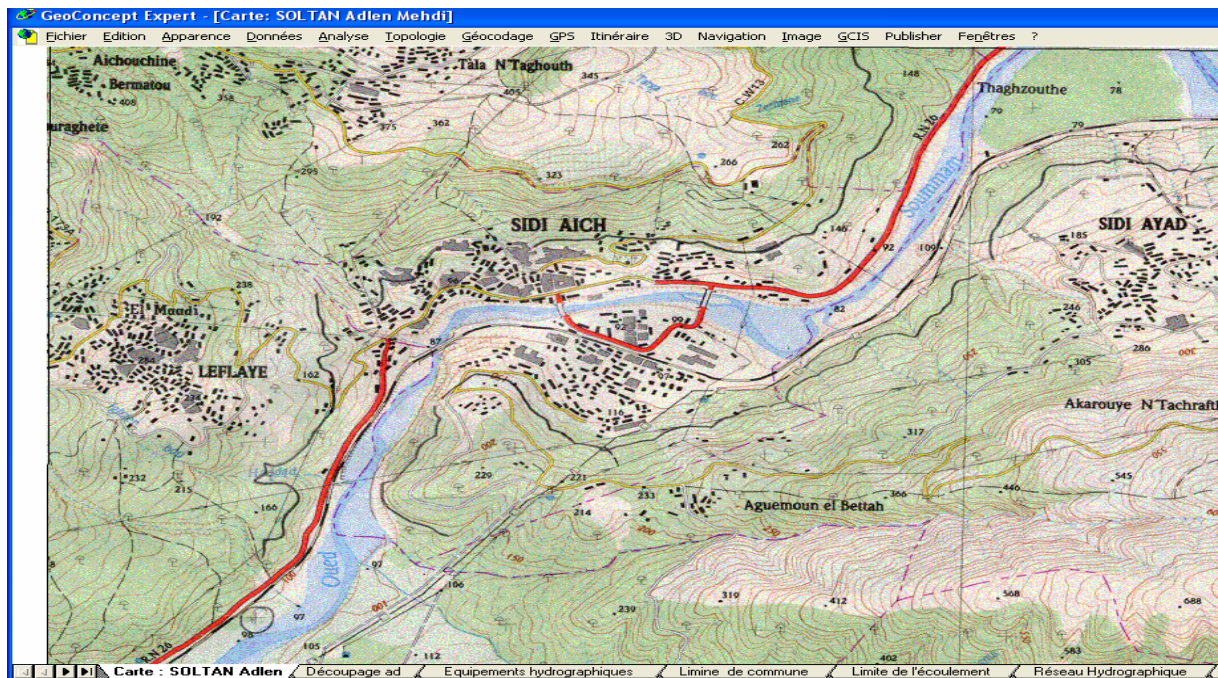
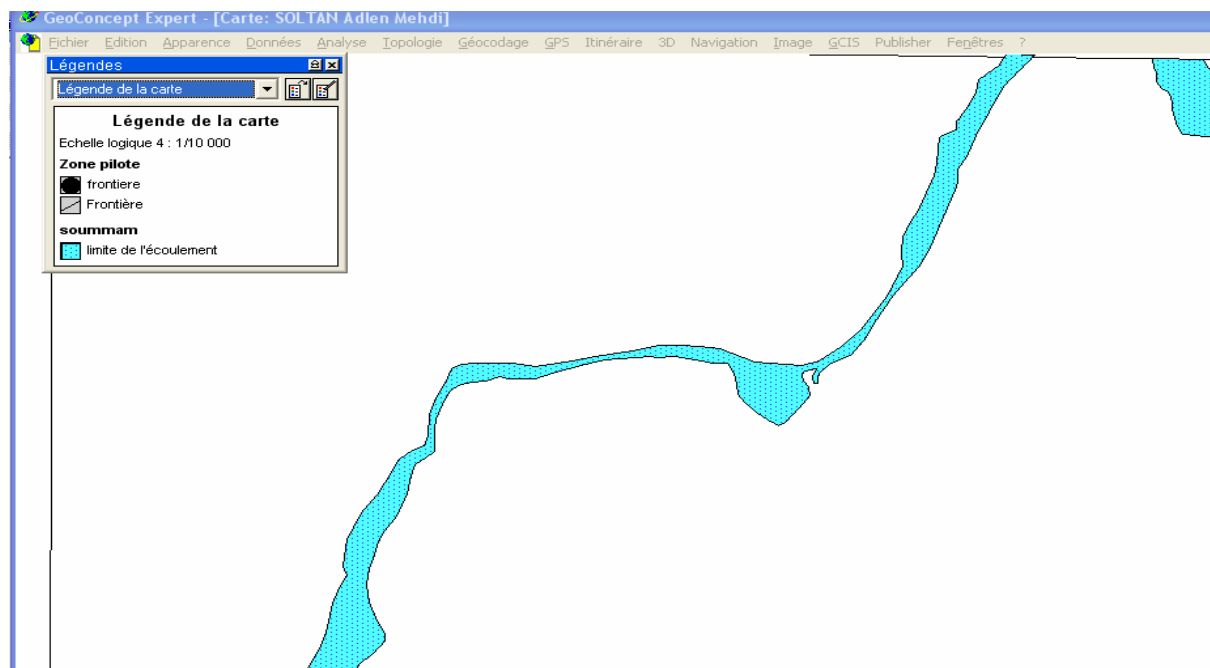


Figure IV.7 : Exemple de carte chargée de plusieurs couches d'informations

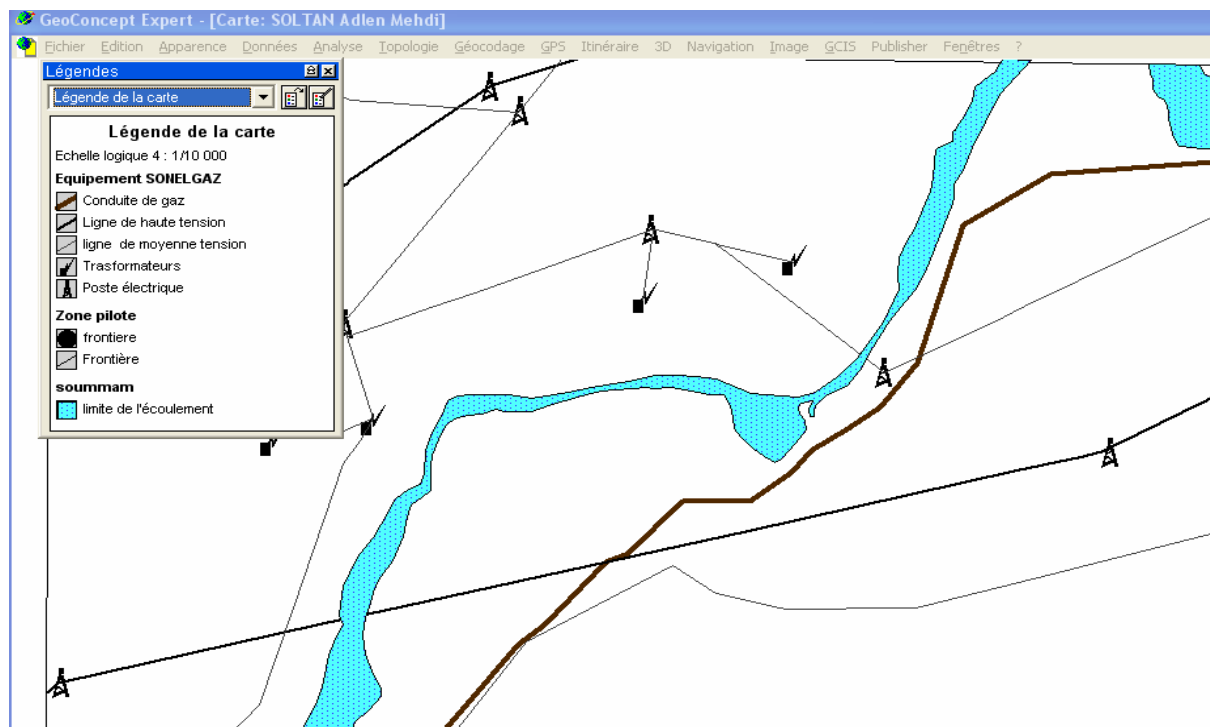
Une fois notre carte chargée d'information (**figure IV.7**), il suffit juste de cliquer sur une des couches d'informations qui se trouvent en bas de l'écran.

- **Limite d'écoulement (figure IV.8)**



FigureIV.8 : Limite d'écoulement de oued Soummam

- **Equipement SONELGAZ (figure IV.9)**



FigureIV.9 : Equipements SONELGAZ

- Equipements Hydrographiques (figure IV.10)

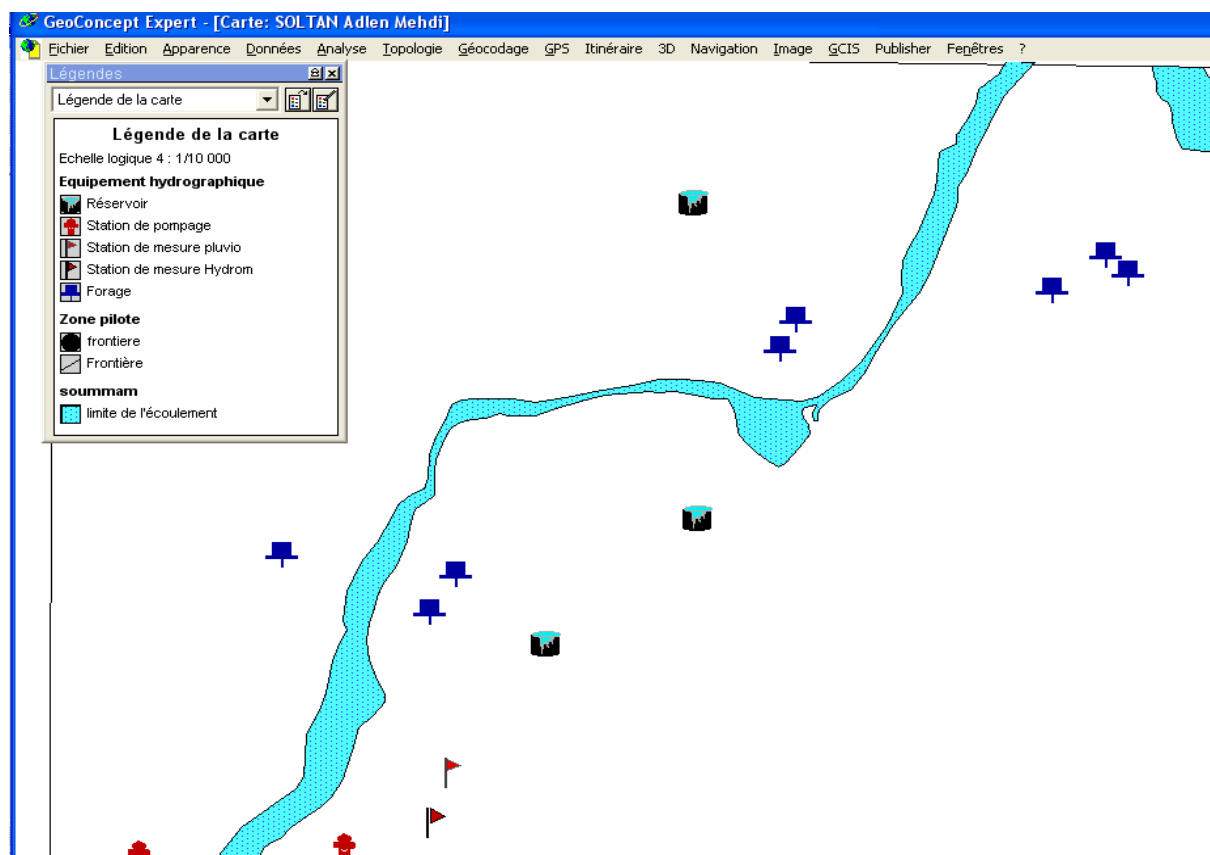


Figure IV.10 : Equipements Hydrographiques

- Réseau routier (figure IV.11)

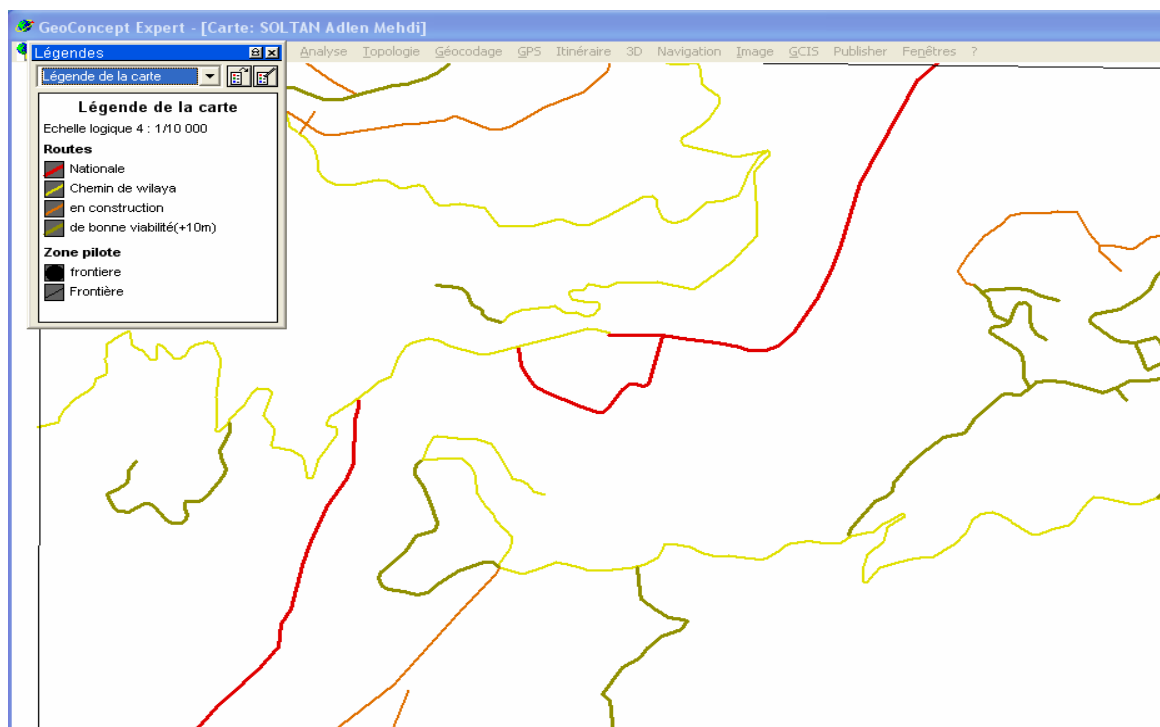


Figure IV.11 : Réseau routier

2-Sous forme de tableaux

Si on veut obtenir la couche d'information qu'on veut sous forme de tableau, il suffit de cliquer sur liste d'objet du menu Fenêtre (figure IV.12)

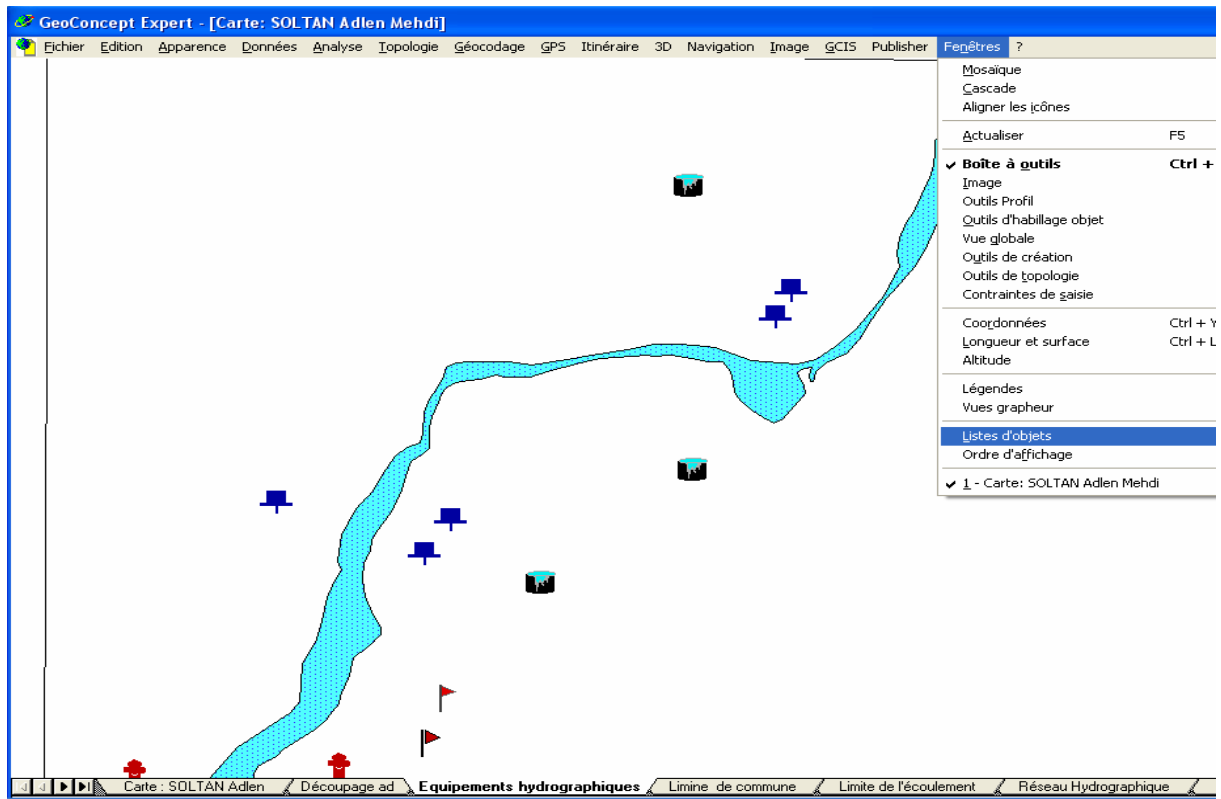


Figure IV.12 : Equipement hydrographique

Une fois le tableau si dessous apparaît (figure IV.13), on peut choisir n'importe quel type d'information.

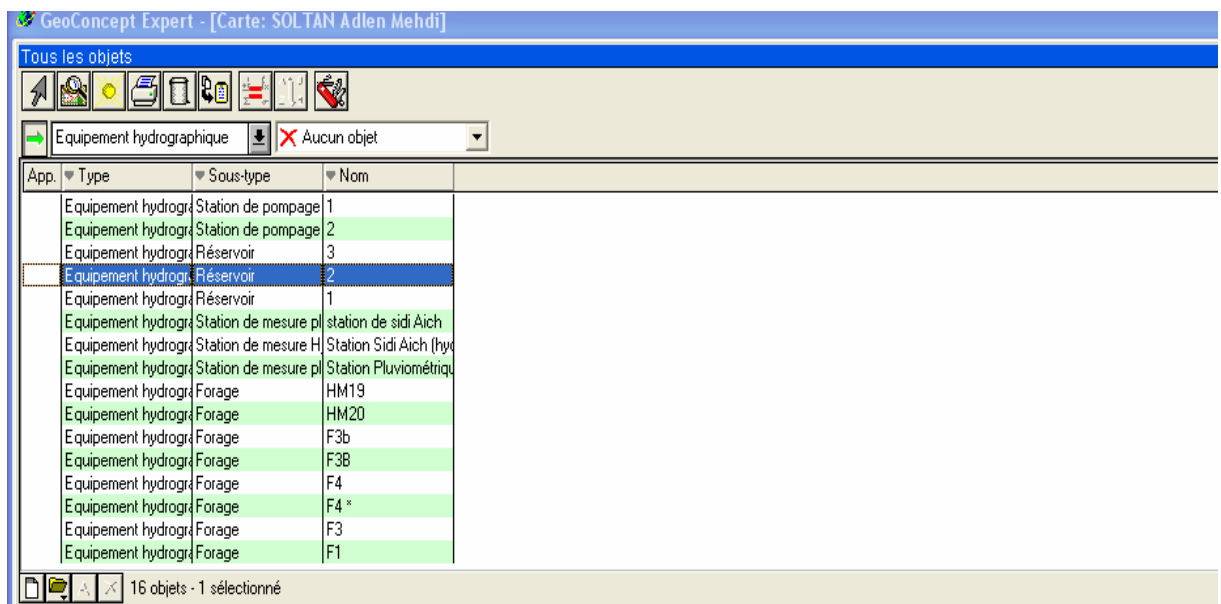


Figure IV.13 : Tableau comportant tout l'équipement hydrographique.

App.	Type	Sous-type	Nom	Z	Commune d'appart.	Code Wilaya	Agglomération d'im.	Volume produit	Affectation
	Equipement hydrogr	Forage	HM19		Sidi Aich	6	REMILA	0.63 Hm3	A.E.P
	Equipement hydrogr	Forage	HM20		Sidi Aich	6	REMILA	0 Hm3	xxxxxx
	Equipement hydrogr	Forage	F3b		Sidi Aich	6	Aghernouz	0.95 Hm3	A.E.P
	Equipement hydrogr	Forage	F3B		Sidi Aich	6	Aghernouz	0.95 Hm3	A.E.P
	Equipement hydrogr	Forage	F4		Sidi Ayad	6	Tassit	0.95	A.E.P
	Equipement hydrogr	Forage	F4 *		Sidi Ayad	6	Tassit	0.47	A.E.P
	Equipement hydrogr	Forage	F3		Sidi Ayad	6	Tassit	0.79 Hm3	A.E.P
	Equipement hydrogr	Forage	F1		LEFLAYE	6	Aghernouz	0.32 Hm3	A.E.P

Figure IV.14 : Tableau comportant les forages existants

Si on veut approfondir notre recherche, et avoir l'information sur un forage, par exemple, il suffit juste de cliquer sur ce dernier, et l'information s'affiche.

Exemple : L'information sur le forage F1 (Figure IV.15)

Fiche [107/191]

Type: Equipement hydrogr | Sous-type: Forage | Z: 654 426

Y: 4 056 197 | Commune d'appartenance: LEFLAYE | Code Wilaya: 6 | Agglomération d'implantation: Aghernouz

Volume produit: 0.32 Hm3 | Affectation: A.E.P | Etat du forage: Exploité

Figure IV.15 : Information sur le forage F1

3- Sous forme de représentation graphique

L'un des avantages de ce logiciel, c'est qu'il peut nous fournir l'information sous une forme graphique, ça dépend du type d'information qu'on veut représenter, du mode de représentation et de la qualité d'information qu'on peut retirer de ce graphique.

➤ **Besoin en eau pour l'année 2020 (Figure IV.16)**

Si on veut avoir une représentation des besoins en eau pour l'année 2020 de chaque commune, il suffit de :

- Cliquer sur **Vue grapheur** du menu **Fenêtres**
- Choisir le type et sous type (dans notre exemple : **Type/sous type : commune**).
- Choisir le genre du graphique (**Histogramme 3D**).
- Choisir les champs qu'on veut représenter. (**Besoin en eau 2020**)

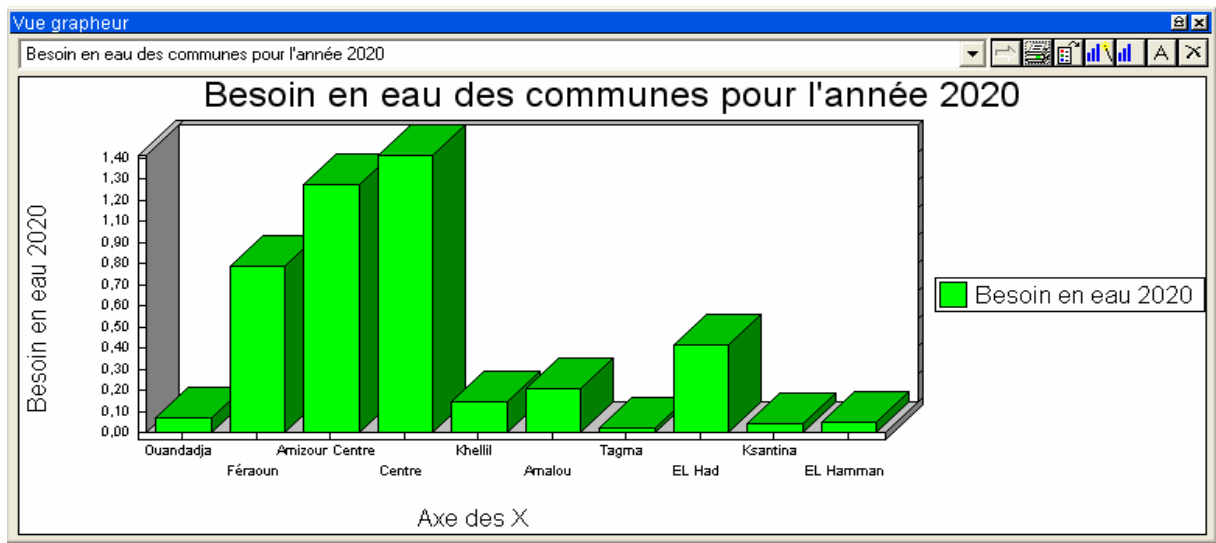


Figure IV.16 : Besoin en eau pour l'année 2020 de chaque commune

➤ **Besoin en eau de la commune d' El kseur (Figure IV.17)**

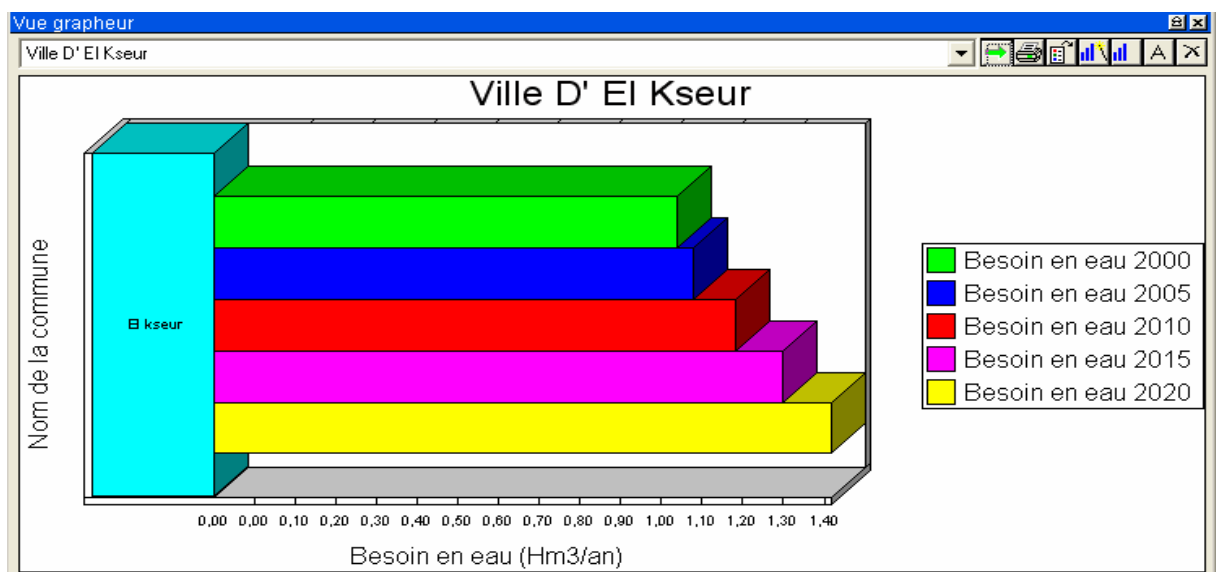


Figure IV.17 : Besoin en eau de la commune d' El Kseur

➤ Population pour chaque commune (Figure IV.18)

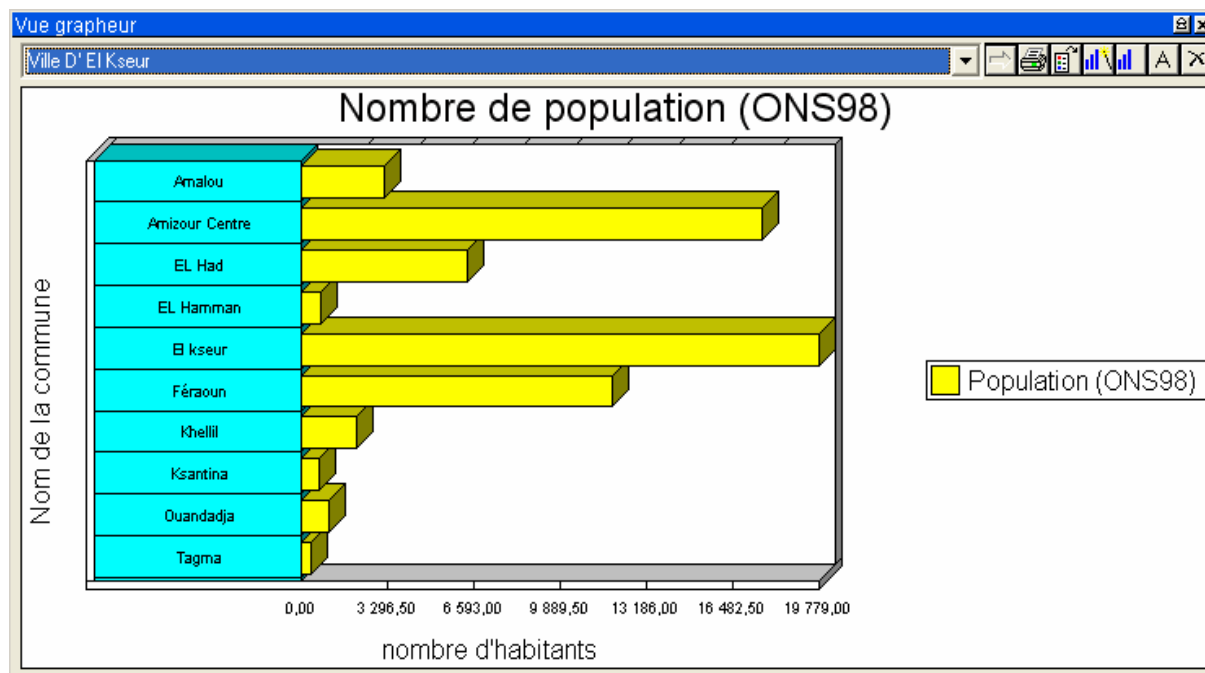


Figure IV.18 : Population de chaque commune

➤ Volume produit par chaque Forage (Figure IV.19)

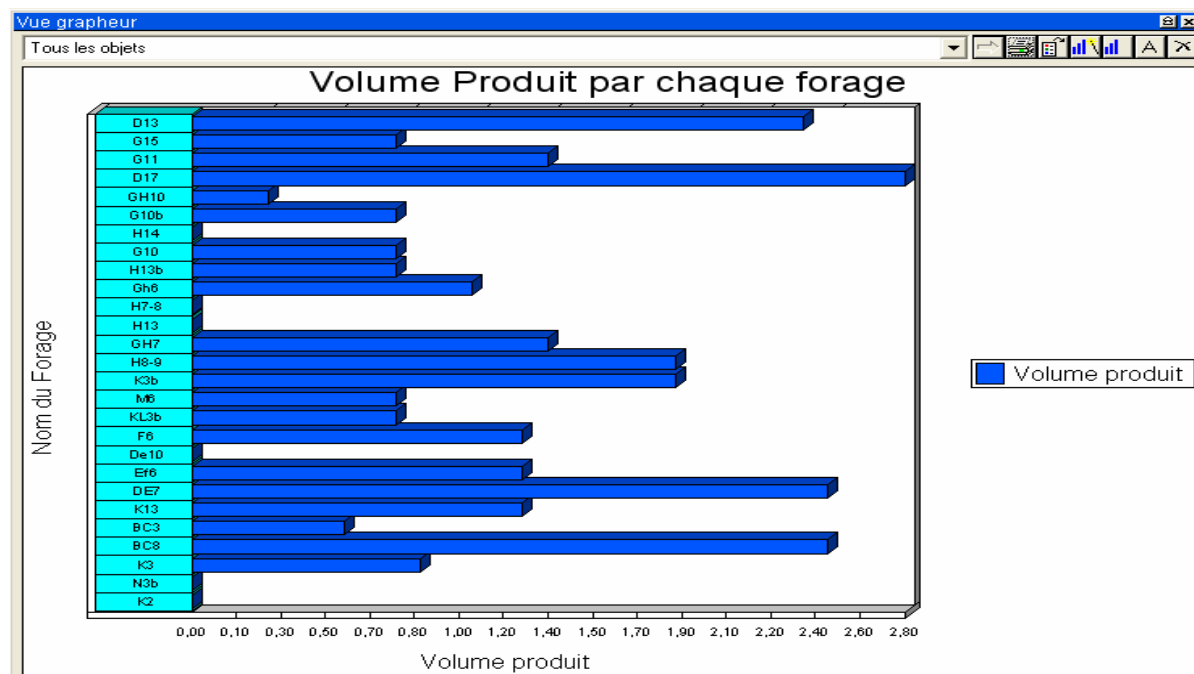


Figure IV.19 : Volume produit par chaque Forage

➤ Pluviométrie des stations du Sous bassin 10 (Figure IV.20)

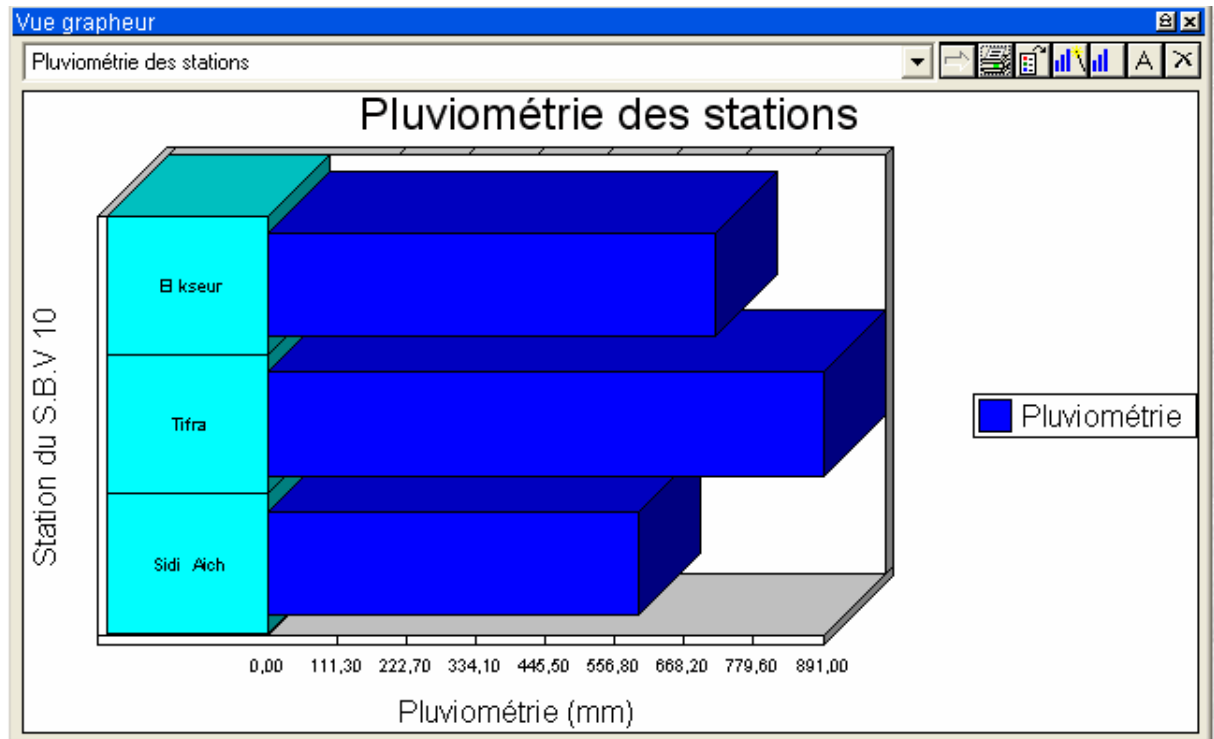


Figure IV.20 : Pluviométrie des stations du Sous bassin 10

➤ Besoin en eau dans le B.V de la Soummam (Figure IV.20)

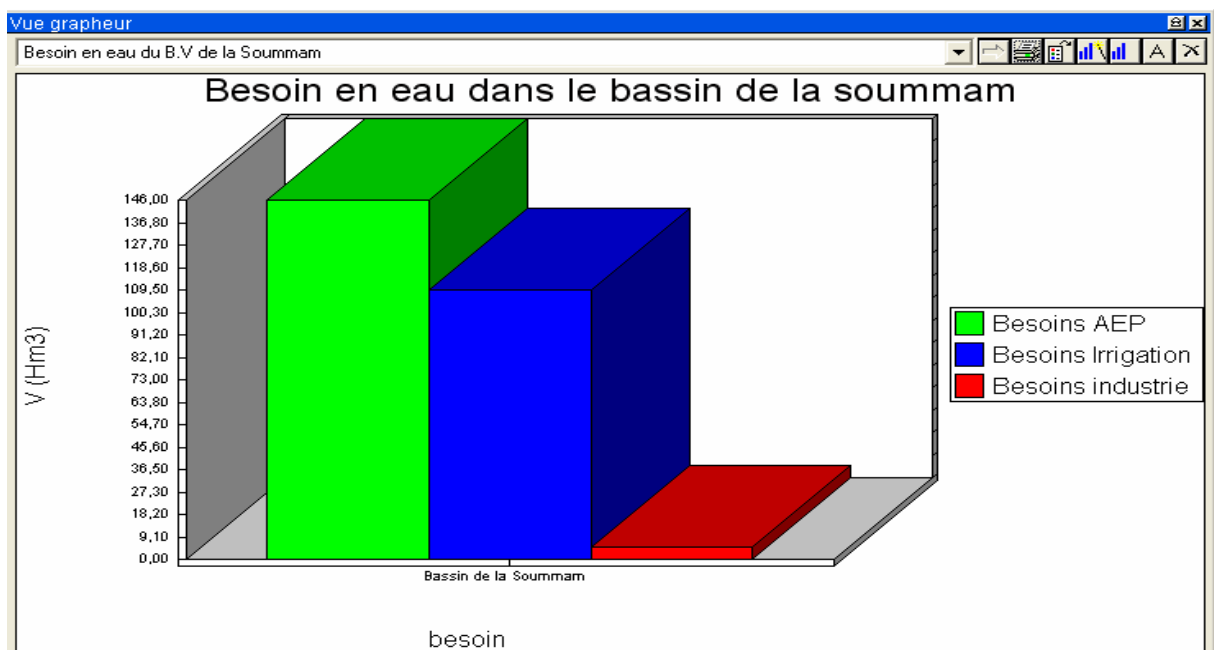


Figure IV.21 : Besoin en eau dans le B.V de la Soummam

➤ Ressource en eau (Figure IV.22)

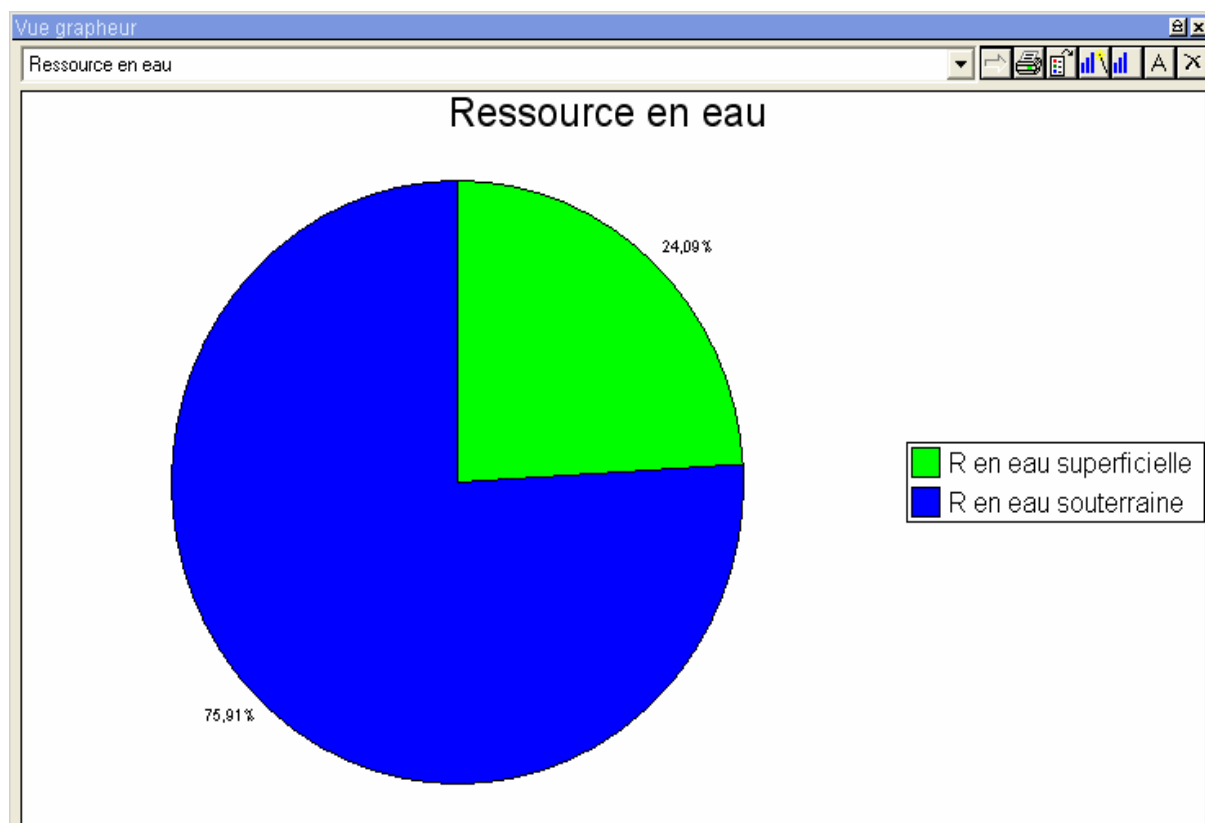


Figure IV.22 : Ressource en eau

Conclusion

Le système d'information géographique réalisé sur le bassin versant de la Soummam a permis de :

- ⇒ **Créer** une base de données géoréférencées facile à mettre à jour.
- ⇒ **Valoriser** l'information dans le but d'assurer une meilleure connaissance de cette zone en prenant en considération plusieurs aspects.
- ⇒ **Elaborer** des cartes thématiques pouvant servir comme documents de travail facilitant la prise de décision.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Les systèmes d'informations géographiques avec tous ces composantes jouent un rôle primordial pour l'analyse, l'étude et la visualisation de l'aléa afin d'estimer ou tenter d'en diminuer l'impact sur les zones vulnérables.

Afin de mener notre travail de façon efficace, nous avons essayé d'une part de présenter un nouveau logiciel **SIG** qui est **GéoConcept** avec tous ces modules, et d'autre part l'utilisation de ce dernier pour :

- 🗺 La réalisation d'un modèle numérique d'altitude (**MNA**).
- 🗺 La réalisation d'une base de donnée cartographique sur le bassin versant de la Soummam.

Comme tout projet, notre travail se devait de respecter les délais de réalisation. Il nous a permis d'acquérir une connaissance dans les domaines des systèmes d'information géographiques, et la maîtrise partielle d'au moins un des logiciel **SIG** qui est **GéoConcept**.

Ce travail représente le fruit de cinq années d'études. Nous avons pu affronter les difficultés qu'on rencontre lors de la réalisation de tout nouveau projet. D'autre part, ce travail nous a permis d'aborder un sujet d'actualité tel que l'utilisation des systèmes d'information géographiques pour des applications dans le domaine de l'hydraulique.

Un travail ne pouvant être terminé sans proposer des perspectives, les notre sont liée à l'utilisation des **SIG** pour la gestion des crues en :

- 🗺 **En phase de prévention** : la réalisation des bases de données cartographiques pour différents bassins versant qui servent à établir les plans d'exposition au risque, à délimiter les zones réglementaires, à faire les études de vulnérabilité ou à simuler des impacts d'évènements potentiels.
- 🗺 **En phase de crise** : l'établissement des plans d'accès ou d'évacuations afin de réduire les impacts ou pour sauver des vies humaines.

Bibliographie

[1] **AIT OUYOUB, A. & Neghouche, S. (2001)**-« Cartographie de la vulnérabilité à la pollution de l'aquifère de la plaine alluviale de la basse Soummam ».

Mémoire d'ingénieur, IST, USTHB, Alger

[2] **DIMOS, P. & DONAY, J.P. (1996)**. « La conception de SIG méthode et formalisme ».

Hermès, Paris

[3] **GAOUAS, A. (2001)** « Cours sur les systèmes d'information géographiques ».

INA Alger

[4] **GILLIOT, J. (2000)** « Introduction aux SIG système d'information géographique, Introduction et information spatiale ».

DAA AGER

[5] **HABERT, E. (2000)** « Qu'est ce qu'un système d'information géographique ? ».

Laboratoire de cartographie appliquée, Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

[6] **IDER, K.** « modélisation hydrodynamique d'un cours d'eau –Application a l'Oued Soummam ».

Thèse de Magister, ENP- Algérie, INRIA- France, 2004.

[7] **LAARIBI, A. (2000)** « SIG et analyse multicritère ».

Hermès sciences

[8] **Manuel D'utilisation GeoConcept**

[9] **QUODVERTE, P. (1994)**. « Cartographie numérique et information géographique.

Importance et conséquences du progrès des sciences et des techniques ».

Thèse de doctorat, université d'Orléans.

[10] **SERBAJI, M.M. (2000)** « Utilisation d'un SIG multi sources pour la compréhension et la gestion intégrée de l'écosystème côtier de la région de Sfax (Tunisie) ».

Thèse de doct. De spécialité en Sciences Géologiques; Univ. Tunis II – FST, 232p.

[11] ZOUARI, K.AMOURI, M. DAOUD, A. HACHICHA, R. KARRAY, N. et SERBAJI, M.M. (1997) –« Plan de gestion des ressources en eau pour la zone côtière de Sfax ».

Vol. I ; Programme des Nations Unies pour l'Environnement ; Plan d'Action pour la Méditerranée, Etude réalisée pour le compte du MEAT dans le cadre du Programme d'Aménagement Côtier de la région de Sfax

[12] DENEGRÉ, J. & SALGE, F. (1997) « Des systèmes d'information géographiques ».

Presse universitaire de France, collection Que sais-je ?

Sites Web consultes

<http://www.geoconcept.com>

<http://www.mapinfo.com>

<http://www.ign.fr>

<http://www.afigeo.asso.fr>

<http://www.geomatique.georezo.net>

<http://www.mapinfo.com>