

M/624.74

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Mémoire de Mastère

Présenté à l'Université de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Génie Civil & Hydraulique

Spécialité : hydraulique urbain

Option : Hydraulique et technique des eaux

Présenté par : GUECHI SELMA & ABDELLAOUI IMENE

**Thème : Utilisation d'un SIG pour l'étude des besoins en
eau et la réalisation d'un MNT cas de la commune
d'El Fedjoudj**

Sous la direction de : MAOUI AMMAR

Jun 2012



REMERCIEMENTS :

Je tiens à remercier avant tout DIEU le tout puissant de m'avoir donné le courage et les moyens nécessaires d'accomplir ce modeste travail en vue de l'obtention de mon diplôme.

Par la même occasion, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont chère et qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail à savoir :

Mon promoteur, Mr: MAOUI AMMAR qui m'a beaucoup aidé par sa disponibilité quotidienne, ses orientations et précieux conseils.

Tous les membres de jury qui me feront l'honneur d'examiner et juger mon travail.

Je remercie également toute personne m'ayant aidé à élaborer ce présent travail ont participé à ma formation.

Tous les enseignants de l'hydraulique de l'université 08 mai 45 qui ont participé à ma formation.

Tous les membres de ma famille qui m'ont tant encouragé et soutenue tout au long de mon cursus scolaire et universitaire, particulièrement à mon cher père, ma cher Méré mes frères et sœurs, qui sans eux je n'aurai pas eu l'énergie nécessaire pour parvenir à la fin de mon cycle.

A. IMENE & G. SELMA



Dédicace :

*Je dédie ce modeste travail en
signe de reconnaissances et de
respect :*

*A mère et mon père pour tous
les sacrifices qu'ils ont consentis
à mon égard ;*

A mes frères et ma sœur.

A ma grand-mère.

A mes oncles.

*A toute la famille : **GUECHI***

A tous mes amis.

*A l'ensemble des personnes qui
ont participé de près ou de loin
l'élaboration de ce projet.*

G .Selma



Dédicace :

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissances et
de respect :*

*A mère et mon père pour tous les sacrifices qu'ils
consentis à mon égard ;*

A mes oncles.

A mes frères et ma sœur.

A mes Tantes : Aziza, Hayat, Hafida.

A toute la famille : ABDELLAOU ET AOUAÏSSI.

A tous mes amis.

*A l'ensemble des personnes qui ont participé de près ou
de loin l'élaboration de ce projet.*

ABDELLAOU IMENE

SOMMAIRE

Listes d'abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction01

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I-1- Situation géographique et administrative.....02

I-2- Etude du milieu naturel.....03

I-4- Géologie et géomorphologie.....05

I-5- Hydrographie.....06

I-6- Hydrogéologie.....06

I-7- La climatologie.....08

I-7-1- La pluviométrie.....08

I-7-1-1- Précipitations moyennes annuelles.....08

I-7-1-2- Précipitations moyennes mensuelle et saisonnière.....09

a) Station de Guelma.....13

b) Station d'Héliopolis.....14

I-7-2- Les températures.....15

I-7-3- Relation température et précipitation.....16

I-8- Les potentialités et les contraintes17

I-8-1- Les ressources hydriques.....17

I-8-1-1- Les eaux souterraines.....17

I-8-1-2- Les eaux superficielles.....	17
a) Réseau hydrographique.....	17
b) Barrages existants.....	18
c) Retenues collinaires.....	18
Conclusion.....	19

Chapitre II : Partie bibliographique

II-1- Introduction.....	20
II-2- Définition d'un SIG.....	20
II-3- Les domaines d'application.....	22
II-4- les avantages d'un SIG.....	22
II- 5- les différents modes d'un SIG.....	23
II-5-1- Mode vecteur.....	23
II-5-2- Mode raster	23
II 6 Les différents composants et fonctions d'un SIG.....	24
II-6-1- Base de donnée géographiques (BDG).....	24
II-6-2- Boite a outils.....	24
II-6-3- L'interface utilisateur.....	25
II-7- Les principales fonctions d'un SIG.....	25
II-7-1- Les conversions (vecteur raster).....	25
II-7-2- Notion de couches (niveaux, strates ou layers).....	25
II-7-3- Notion de superposition (overlay).....	26
II-8- Aspect fondamentaux d'un SIG.....	26
Conclusion.....	29

Chapitre III : L'acquisition des données et leur Structuration

III-1- Introduction.....	30
III-2- Structure d'une table MapInfo.....	31
III-2-1- Réalisation du support géographique.....	33
III-2-1-a Système de coordonnées.....	34
III-2-2- Partie digitalisation.....	35
III-2-3- Création de table.....	36
III-2-4- Analyse thématique.....	37
III-2-5- Mise en page.....	38
III-3- Modèles numériques de terrain et ces produits dérivés.....	39
III-3-1- Définition.....	39
III-3-2- Elaboration d'un MNT.....	39
III 3 3 Interpolation.....	40
III-3-4-1- Les méthodes globales.....	41
III-3-4-2- Les méthodes locales.....	41

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV-1- Evaluation des besoins en eau potable.....	42
IV-1-1- Evaluation des besoins en eau par catégorie pour l'horizon 2037.....	43
IV-1-1-1- Besoins domestiques.....	43
a) -Calcul le nombre de la population future.....	43
b) - Calcule la consommation moyenne domestique.....	43
c) -Tableau de calculs.....	43

IV-1-1-2- Besoins sanitaires.....	44
IV-1-1-3- Besoins scolaires.....	44
IV-1-1-4- Besoins administratifs.....	45
IV-1-1-5- Besoins socio-cultures.....	45
IV-1-1-6- Besoins commerciaux.....	46
IV-1-1-7- Récapitulatif des besoins en eau des différents usages horizon 2037.....	46
IV-2- Le réseau d'alimentation en eau potable.....	48
IV-3- Réalisation d'un modèle numérique de terrain (M.N.T).....	49
IV-3-1- Interpolation par Triangulation irrégulière (TIN).....	52
IV-3-2- Interpolation inversement proportionnelle à la distance (Inverse Distance Weighting).....	53
IV-3-3- Interpolation bilinéaire (Rectangulaire Interpolation).....	55
Conclusion.....	56
Conclusion générale.....	57

Bibliographique

A mesurés

LISTES D'ABRÉVIATIONS

ANRH : l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

BDG : Base de Données Géographiques

DXF : Extension D'un Fichier Auto cade

GPS : Système de déterminer les altitudes

IDW : Inverse Distance Weighting

I.G.U : l'Union Géographique International

MNT : Modèle Numérique de Terrain

SAU : Surface Agricole Utile

SAT : Surface Agricole Totale

SGBD : Système de Gestion de Base de Données

SIG : Systèmes d'Information Géographiques

TIN : Interpolation par Triangulation Irrégulière

WGS84 : Système de projection.

LISTES DES FIGURES**Chapitre I :**

Figure I-1 : Territoire de la wilaya de Guelma.....	02
Figure I-2 : Image satellitaire de la commune d'El Fedjoudj.....	03
Figure I-3 : Précipitations moyennes annuelles période (1980-1990).....	09
Figure I-4 : Précipitations moyennes mensuelles (période 1980-1990)	12
Figure I-5 : Précipitation moyennes saisonnières (période 1980-1990).....	12
Figure I-6 : Températures moyennes mensuelles (période 1980-1990).....	15
Figure I-7 : Températures moyennes saisonnières (période 1980-1990).....	15
Figure I-8 : Diagramme ombrothermique.....	16

Chapitre II

Figure II-1 : Les différentes composantes d'un SIG (COLLET, 1992).....	26
Figure II-2 : Utilisation et superposition des couches d'information par les SIG.....	27
Figure II-3 : Schéma représentatif les différentes fonctions d'un SIG.....	28

Chapitre III

Figure III-1 : Les couches de carte.....	31
Figure III-2 : Les fenêtres de MapInfo.....	32
Figure III-3 : Ouverture d'un tableau.....	33
Figure III-4 : Calage d'une carte projetée sur MapInfo.....	34
Figure III-5 : Système de coordonnées	34
Figure III-6 : Digitalisation d'une route.....	35
Figure III-7 : Modification d'un objet graphique.....	36
Figure III-8 : Création d'une couche d'information.....	37
Figure III-9 : Structuration de la table.....	37
Figure III-10 : Analyses thématiques.....	38
Figure III-11 : Fenêtre de mise en page.....	38
Figure III-12 : Transformation des Poly lignes en points.....	40

Chapitre IV :

Figure IV-1 : Carte des équipements de la zone d'étude (voir l'annexe N°1).....	42
Figure IV-2 : Carte thématique des débits moyens et des dotations journalières de la zone d'étude (voire l'annexe N°2).....	47
Figure IV-3 : Carte thématique de réseau d'alimentation en eau potable de la zone d'étude (voire l'annexe N°3).....	49
Figure IV-4 : Les courbes de niveau de la nappe d'étude.....	50
Figure IV-5 : Carte hypsométrique de la zone d'étude.....	51
Figure IV-6 : Profil topographique Nord-Sud.....	52
Figure IV-7 : Réalisation de MNT Par la méthode de triangulation irrégulière (TIN)...	53
Figure IV-8 : Réalisation du MNT Par la méthode d'Interpolation inversement proportionnelle à la distance (Inverse Distance Weighting).....	54
Figure IV-9 : Réalisation de MNT Par la méthode Interpolation Bilinéaire (Rectangulaire interpolation).....	55

LESTE DES TABLEAUX

CHAPTRE I :

Tableau I-1: Répartition générale des terres en hectares

(Année 2006-2007).....04

Tableau I-2:Caractéristiques des forages06

Tableau I-3: Précipitation annuelle totale en (mm).....08

Tableau I-4: Précipitations moyennes mensuelle saisonnière station de

Guelma.....10

Tableau I-5: Précipitations moyennes mensuelles et saisonnières station de

Héliopolis.....11

Tableau I-6:l'empératures moyennes mensuelles.....14

Tableau I-7:Caractéristiques des retenues collinaires.....18

Tableau I-8: Capacité de stockage.....18

Introduction:

L'eau en général joue un rôle vital et primordial dans le développement de l'économie de n'importe quel pays, en particulier les pays en voie de développement tel que le notre. L'étude de l'eau est donc très importante afin de mieux maîtriser sa production en quantité et qualité et surtout sa gestion. L'objectif de notre travail est une initiation à l'utilisation des systèmes d'information géographiques dans la gestion des eaux dans une agglomération.

Il est conventionnellement connu qu'une telle approche géostatistique se fait en quatre phases comme suit:

- 1- Récolte de données,
- 2- Introduction des données dans le logiciel S.I.G,
- 3- Traitement des données,
- 4- Tracé des cartes.

Notre mémoire est subdivisé en 4 chapitres

1. Premier chapitre : Présentation de la zone d'étude
2. Deuxième chapitre: Partie bibliographique
3. Troisième chapitre : l'acquisition des données et leur structuration
4. Quatrième chapitre Résultats et discussion

Cette dernière partie qui représente le vif de notre travail, consiste à mettre au point des cartes thématiques traduisant les besoins en eau pour différent secteurs, ainsi que leurs interprétations. En définitif notre modeste contribution s'achèvera par une conclusion.

Notons que toutes ces techniques cartographiques ont été faites sur micro-ordinateur par le logiciel multitâche de cartographie MapInfo 6.5.

CHAPITRE I :

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I- PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE :**I-1- SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE :**

La commune d'El Fedjoudj, est située géographiquement au Nord-Est du pays et au centre de la wilaya de Guelma. Sa surface est de 66.25 km². Elle est limitée au Nord par les communes de BouatiMahamoud, au Nord-Est Heliopolis et Guelaat Bou Sbaa, à l'Est par la commune de Boumahra Ahmed, au Nord-Ouest par la commune de Roknia, à l'Ouest par les communes de Hammam Debagh, Medjez Amar et Ain Hessania et au Sud par la commune de Guelma, Belkhir et Ben Djerah voire (Figure I-1).

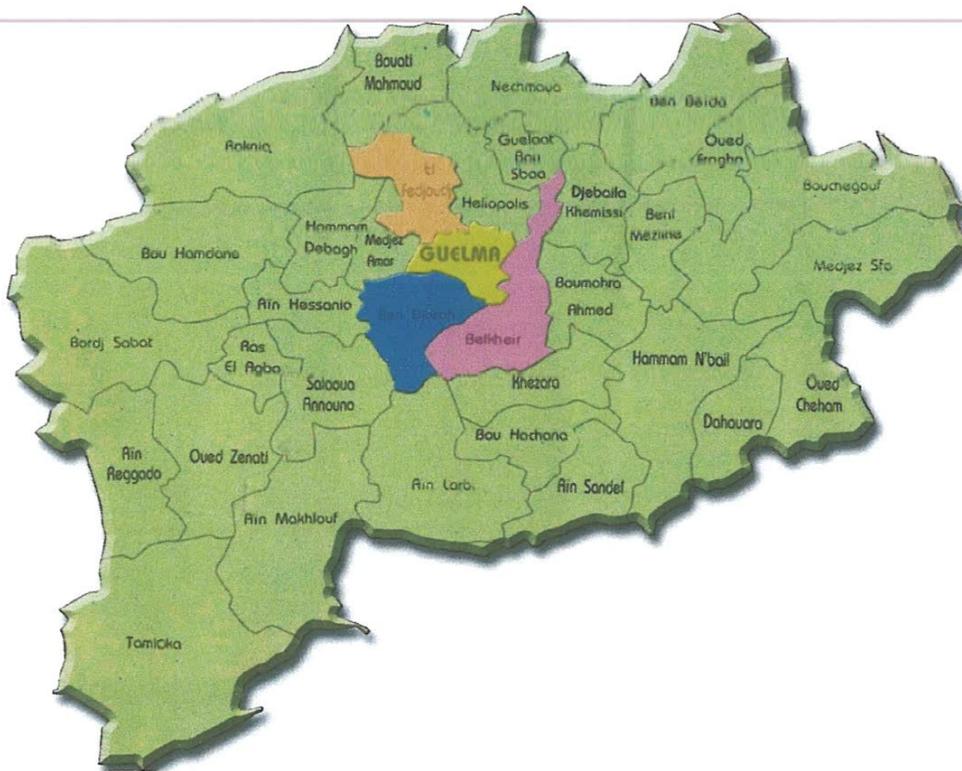


Figure I-1: *Territoire de la wilaya de Guelma*

La commune d'El Fedjoudj n'a pas d'agglomération secondaire selon les deux RGPH (87 et 98). Au dernier RGPH 2007 la commune était peuplée de 7580 habitants.

Se situe de chef lieu de la commune d'El Fedjoudj aux coordonnées Lambert suivantes :

$$\begin{cases} X = 36^{\circ}30'18,40''N \\ Y = 07^{\circ}24'04,76''E \\ Z = 232m \end{cases}$$



Figure I-2: Image satellitaire de la commune d'El Fedjoudj

I-2- ETUDE DU MILIEU NATUREL :

Sur les quatre communes de la wilaya de Guelma, Belkeir, El Fedjoudj et Ben Djerrah se trouve dans la partie Est de l'Algérie appelé "Monts de Constantine", du côté des monts de Medjerda qui se poursuivent jusqu'à la frontière tunisienne.

Il s'étend sur une vaste surface montagnaise traversée en son milieu, et dans le sens de la largeur par la vallée de l'oued Seybouse. Cet oued Seybouse prend justement naissance à l'extrémité Ouest du groupement, au point de rencontre de la commune de Ben Djerrah avec

Les communes de Houari Boumediene et Medjaz Ammar, à la confluence des oueds Bouhamdane et Charef.

I-3- OCCUPATION DU SOL :

La répartition générale des terres dans le groupement de Guelma-Belkheir-El Fedjoudj-Ben Djerrah se caractérise par l'importance de la surface agricole totale (SAT) qui représente 73.33% de la superficie totale soit 22658 ha, dont plus de la moitié (53 %) surface agricole utile (SAU) et 11% sont des Parcours et des pacages (Tableau I-1)

Les forêts et les maquis représentent 21% de la surface total du groupement.

Quand aux terrains urbanisables, elles occupent une superficie 3136 ha soit 11% de la surface globale du groupement. Le chef lieu de wilaya Guelma occupe lui seul la moitié de cette surface (51%).

Commune	S.A.U.				Parcours et pacages	Terrains improductifs	S.A.T	Forêts	Terrains urbains	Surface totale
	Jachères	En sec	En irriguée	TOTAL						
Guelma	553	2219.5	403.25	2623	77	600	3300	600	1621 36%	4500
Belkheir	700	3667	2035	5702	825	1285	7812	2285	588 6,25%	9400
El Fedjoudj	/	2916	234	3150	890	109	4149	2089	387 5,84%	6625
Ben djerrah	/	2949	207	3156	2908	1333	7397	1333	540 5,67%	7937

Tableau I-1 : Répartition générale des terres en hectares (Année2006-2007)

I-4- GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE :

Le groupement des trois communes présente une géologie contrastée à l'image de la morphologie et la topographie qui le caractérisent.

En effet, la vallée de la Seybouse le partage pratiquement en deux et dans le sens de la largeur, bordée dans sa partie Nord par une importante chaîne qui sépare la plaine de Guelma de celle du lac de Fetzara et dans sa partie Sud par une région accidentée qui forme la zone de transition entre les basses vallées du tell et la région des hautes plaines.

Tous ces terrains sont de constitution et d'âge variables ; Nous distinguons:

- La vallée de la Seybouse dans laquelle l'oued du même nom prend naissance, à l'extrême Ouest du groupement de communes, grâce à la jonction des oueds Bouamrane et Cherf, s'étendant sur des terrains très faiblement inclinés et très peu élevés (altitude moyenne 200m), son sol est constitué d'alluvions limoneuses et caillouteuses des différentes terrasses de l'oued Seybouse et de ses affluents. C'est d'ailleurs sur les terrains de la rive droite de cet oued que sont bâties les agglomérations de Guelma et de Belkheir.

- Au Nord du groupement des communes, la chaîne à un relief peu accentué qui forme la terminaison de l'importante chaîne Numidique dont l'un des rameaux est Djebel Debagh. D'ailleurs, tout le Nord de la commune d'El Fedjoudj est constitué de marnes, marno-calcaires et calcaires datés de l'ère Secondaire. La moitié Sud de la commune d'El Fedjoudj et la partie Nord de celle de Belkheir se situent sur la rive gauche de l'oued Seybouse et sont constituées, degrés de marno-calcaires et de calcaires de l'ère Crétacé (PDAU 2007).

- La majeure partie de La moitié Sud du groupement des communes débute par les revers Sud du bassin de Guelma qui grimpe sensiblement sur des terrains accidentés jusqu'à former le massif de la Mehouna. Ce relief accidenté passe rapidement de 250m en moyenne dans la plaine de Guelma à près de 1150m dans la commune de Belkheir, le point culminant dans le groupement des communes se situe à Djebel Mahouna qui s'élève à 1411m.

Tous ces terrains sont constitués d'agiles, des grés et de calcaires de l'ère Tertiaire. Les terrains qui bordent le Sud et le Nord de l'agglomération de Guelma sont constitués de calcaires avec des intercalations marneuses, des lits de cailloux et des conglomérats, appelés travertins de Guelma et sont d'ère Quaternaire.

I-5- HYDROGRAPHIE :

L'exutoire principal de tout le groupement intercommunal est essentiellement l'oued Seybouse qui prend sa source à l'extrémité Ouest du groupement, collecte toutes les eaux de ruissellement du territoire intercommunal et les drainent vers l'Est, puis plus loin vers le Nord, vers la mer méditerranée.

Le réseau hydrographique est présenté par de très nombreux chaâbas plus ou moins profonds et des principaux affluents de l'oued Seybouse sont:

- Au Sud, et sur la rive droite, l'oued Skhoune qui traverse l'agglomération de Guelma par un canal souterrain entièrement couvert, l'oued Maiz formant la limite entre les communes de Guelma et de Belkheir, et enfin l'oued Zimba qui limite à l'Est l'agglomération de Belkheir.

- Au Nord, sur la rive gauche, l'oued El Khenga traverse l'agglomération du Nord au Sud et l'Oued Emmechem qui la limite du côté Sud.

A part l'oued Seybouse qui à un écoulement pérenne, l'ensemble des autres oueds et chaâbas sont des cours d'eau temporaires.

La vallée de l'oued Seybouse est souvent inondée pendant les périodes pluviales soit par débordement des eaux de ruissellement, soit par déversement des eaux de lignes d'écoulement.

I-6- HYDROGEOLOGIE :

L'étude des formations géologiques susceptibles de constituer des aquifères. Leurs capacités d'emmagasinement des eaux et leurs participations à l'alimentation des nappes souterraines sont fonction de leur perméabilité et la nature géologique des roches.

A partir de la nature lithologique des terrains, nous avons déterminé deux types de formations:

- Les formations favorables au développement d'aquifères poreux (formations perméables) qui sont caractérisées par une perméabilité en petit, liées à la présence des vides interstitiels interconnectés

- Formations favorables au développement d'aquifère karstique: ils sont liées à une perméabilité en grand et une lithologie particulière (formations carbonatées) et qui caractérisent un milieu hétérogène et discontinu dans lequel l'eau s'écoule à travers de chenaux et conduites de grandes dimensions (conduites karstiques) à fonction collection avec l'existence possibles de cavités de grandes capacités représentées par le complexe aquifère des formations carbonatées du crétacé, formées par des calcaires et mearno-calcaires.

L'exploitation des ces aquifères se fait à l'aide des forages dont on note la présence de 2 forages au niveau du la commune d'El Fedjoudj (Tableau I-2).

Leurs caractéristiques son :

Commune	Nomde forage	Coordonnées Lambert (m)			Profondeur (m)	Diamètre (mm)	Débit exploité (l/s)
		X	Y	Z			
EL FEDJOUJ	El FedjoudjF1	915.40	366.50	412	180	300	09
	El Fedjoudj F2	919.22	369.05	226	226	340	43

Tableau I-2:Caractéristiques des forages.

I-7- LA CLIMATOLOGIE :

Les facteurs climatiques ont un impact permanent sur la vie sociale et économique d'une région, le groupement intercommunal de (Guelma, Belkheir, El Fedjoudj, Ben Djerrah) est dominé par un climat subhumide.

I-7-1 LA PLUVIOMETRIE :

La précipitation est la totalité de la lame d'eau quantifiée par la pluviométrie, elle est d'origines divers : pluie, neige, etc.

I-7-1-A PRÉCIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES:

La carte pluviométrique de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) (Edition1993) montre globalement une répartition décroissante de la précipitation du Nord vers le Sud, et de l'Ouest vers l'Est. En effet dans la région de Guelma la précipitation est variée entre 363mm et 1145mm, le tableau I-3 mentionne les variations annuelles des précipitations des stations de: Guelma, Héliopolis pour une période (1980-1990) :

	Année	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Station Guelma	P (mm)	468,2	415,2	687,9	363	805,7	445	588,9	511,5	455,8	458,8	633,9
Station Héliopolis	P (mm)	505	1145,5	734	468	1117,4	448,3	723,8	627,7	543,2	500,4	567,8

Tableau I-3 : Précipitation annuelle totale en (mm)

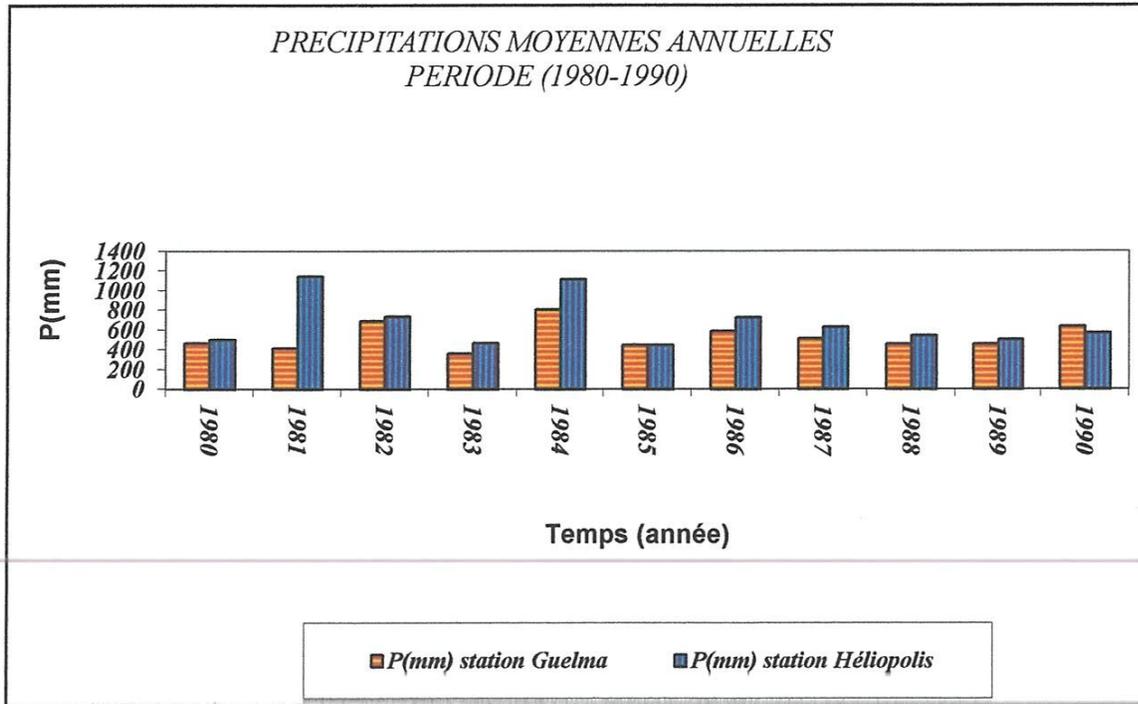


Figure I-3 : Précipitations moyennes annuelles période (1980-1990)

I-7-1- B PRÉCIPITATIONS MOYENNES MENSUELLE ET SAISONNIÈRE:

C'est la hauteur d'eau recueillie par pluviométrie des pluies, neige et grêle sous forme de condensation. Pour bien connaître la répartition et l'influence orographique, on a utilisé les stations de: Guelma, Héliopolis qui font partie de la haute vallée de la Seybouse.

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			
mois Année	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MA	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	MOYENNE
1980	18.1	21.4	26.0	146.4	34.5	35.6	60.1	57.6	61.1	3.2	3.1	1.1	39,02
1981	16.0	38.3	26.4	71.5	60.0	82.6	47.9	23.9	22.4	19.8	1.8	4.6	34,60
1982	12.4	42.5	119.8	80.3	76.3	78.2	80.4	85.6	97.9	2.8	5.0	6.7	57,33
1983	13.2	41.2	135.2	57.1	22.9	12.7	49.7	3.3	17.2	7.5	3.0	0.0	30,25
1984	29.0	111.9	7.6	206.8	146.2	179.9	50.2	43.3	16.3	11.5	1.5	1.5	67,14
1985	66.1	34.8	10.8	20.7	52.4	48.7	118.8	35.4	57.3	0.0	0.0	0.0	37,08
1986	19.6	111.7	115.8	162.1	103.0	27.8	69.0	43.8	11.6	9.4	2.0	2.9	56,56
1987	10.5	6.7	51.9	21.0	66.3	120.9	76.7	37.7	102.9	1.1	10.2	5.6	42,63
1988	22.0	5.6	47.6	99.7	70.2	17.4	51.0	11.2	42.1	57.2	1.4	2.4	37,98
1989	26.1	54.6	23.4	59.2	32.8	74.8	54.3	46.9	11.1	30.7	13.5	31.4	46,56
1990	19.0	22.2	100.7	157.1	129.2	2.3	28.3	42.8	59.3	19.0	1.9	52.1	67,08
TOTAL	423	490,9	665,2	1081,9	801,8	700,9	686,4	431,5	599,1	162,2	43,4	108,3	516,22
MOYENNE	38,45	44,63	60,47	98,35	72,89	63,72	62,40	39,23	54,46	14,75	3,95	9,85	46,93
SAISONNIÈRE	143,55			234,96			156,09			28,54			

*Tableau I- 4: Précipitations moyennes mensuelle saisonnière station de
Guelma*

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			
mois Année	SEP	OCT	NO	DEC	JAN	FEV	MA	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	MOYENNE
1980	60,6	29,4	48,7	72,7	41,5	38,8	82,3	66,5	62,1	0,8	0,0	1,6	88,66
1981	73,0	28,3	25,1	72,7	90,5	80,4	53,8	17,5	14,0	30,5	0,0	5,4	40,93
1982	18,2	67,7	117,6	123,7	83,4	74,9	141,0	62,1	43,3	1,4	0,0	0,6	61,16
1983	21,2	85,4	121,6	67,5	38,9	20,7	70,9	12,8	14,9	7,8	2,3	4,0	39,00
1984	34,5	184,3	13,9	292,5	206,5	273,0	69,0	53,7	12,6	12,6	0,0	0,8	96,12
1985	41,7	39,5	11,6	16,4	60,0	66,7	126,6	27,9	57,9	0,0	0,0	0,0	37,36
1986	34,3	102,1	114,2	162,7	128,5	39,6	75,8	42,4	14,3	8,1	0,0	2,8	60,40
1987	3,25	15,0	60,4	162,0	74,4	137,4	7,88	40,0	93,4	0,6	27,0	2,5	51,99
1988	28,2	4,7	46,2	137,8	80,2	37,6	50,3	11,1	42,7	61,8	0,0	0,3	41,71
1989	26,2	63,1	37,9	64,7	34,0	76,0	66,7	53,8	7,0	28,5	36,9	25,6	43,37
1990	17,0	19,9	90,2	140,7	114,6	1,6	27,0	38,3	53,1	17,0	1,7	46,7	47,32
Total	358,15	639,4	687,4	1313,4	952,5	846,7	771,28	426,1	974,2	169,1	67,9	90,3	608,04
MOYENNE	32,56	58,13	62,49	119,40	86,59	76,97	70,12	38,74	88,56	15,37	6,17	8,21	55,28
saisonniers	153,18			282,96			146,61			29,75			

*Tableau I-5 : Précipitations moyennes mensuelles et saisonnières
station de Héliopolis*

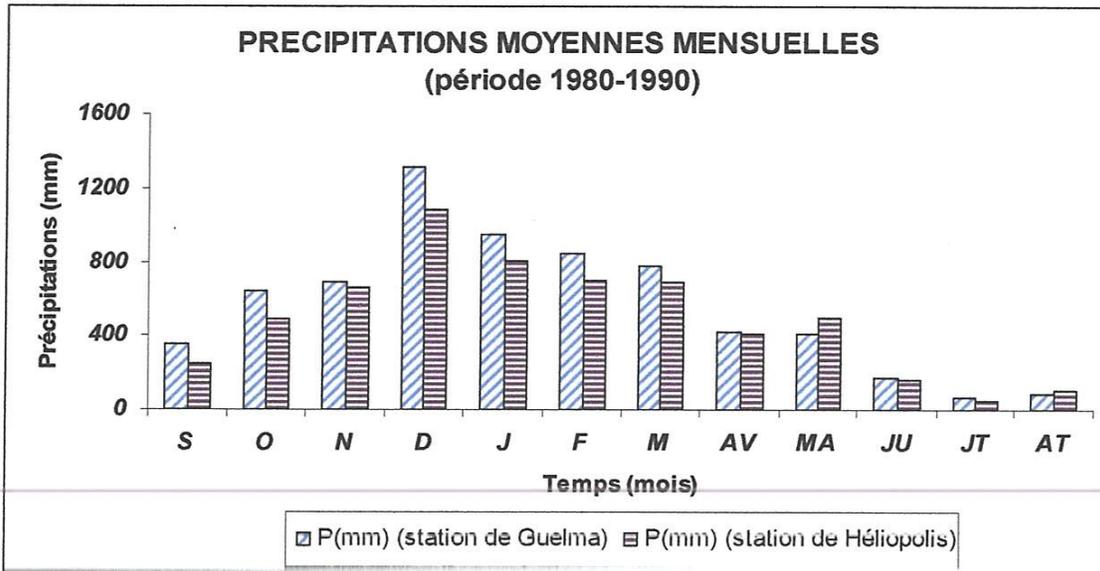


Figure I-4: Précipitations moyennes mensuelles (période 1980-1990)

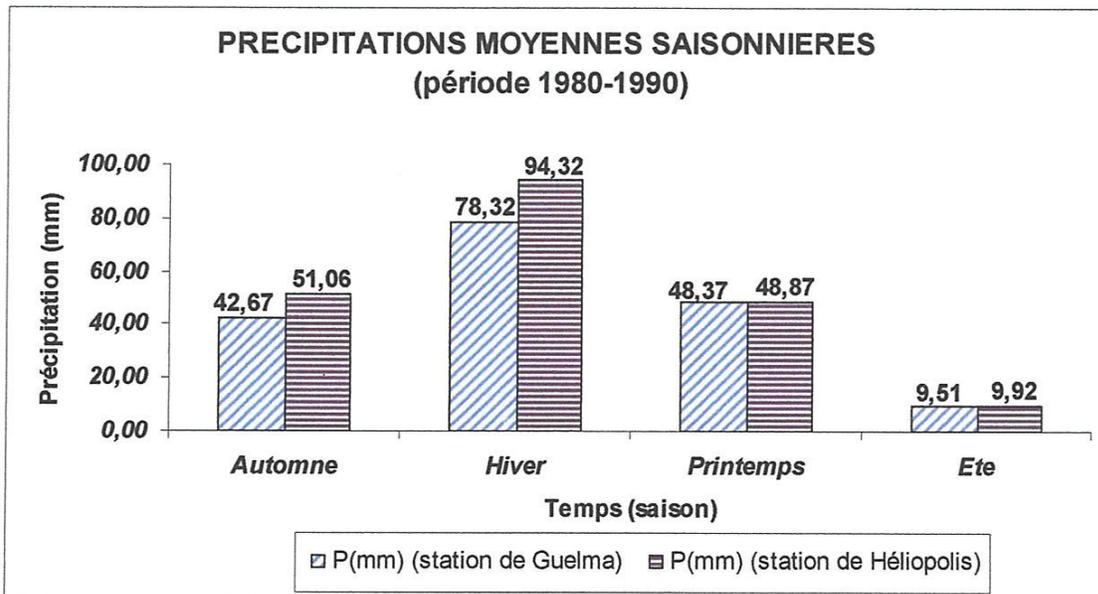


Figure I-5: Précipitation moyennes saisonnières (période 1980-1990)

➤ **Station d'Héliopolis :**

La saison la plus humide est l'hiver avec une hauteur de la lame d'eau tombée de l'ordre de 282.87mm qui présente 46.8 %, la saison sèche est l'été avec une hauteur de la lame d'eau tombée de l'ordre de 29.74mm d'un pourcentage de 4.9 %. (Figure I-5)

I-7-2 LES TEMPERATURES :

Le facteur de la température de l'air a une grande influence sur le bilan hydrique du fait qu'il conditionne l'évaporation et l'évapotranspiration réel.

Les données traitées intéressent la seule station de Guelma d'une période de 11ans (Tableau I-6).

Saison		Automne			Hiver			Printemps			Eté			année
Station	Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	MA	JU	J	At	
Guelma	T _{max} (°c)	31,15	26,45	20,53	15,86	14,63	16,28	17,81	20,94	25,16	31,14	34,94	33,97	24,07
	T _{min} (°c)	17,59	14,38	09,98	07,00	05,85	05,34	06,66	09,33	12,5	16,63	19,6	20,18	12,09
	T _{moy} (°c)	24,37	20,42	15,25	11,43	10,08	10,81	12,24	15,14	18,93	23,88	27,27	26,99	18,07
	T _{sais} (°c)	26,05			15,59			21,31			33,35			24,07

Tableau I-6 : Températures moyennes mensuelles

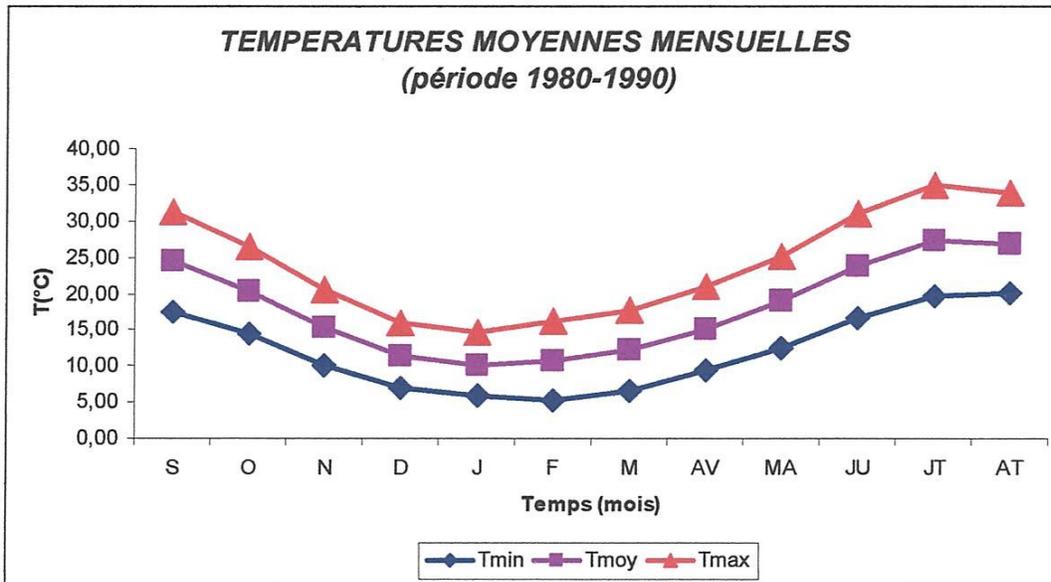


Figure I-6:Températures moyennes mensuelles (période 1980-1990)

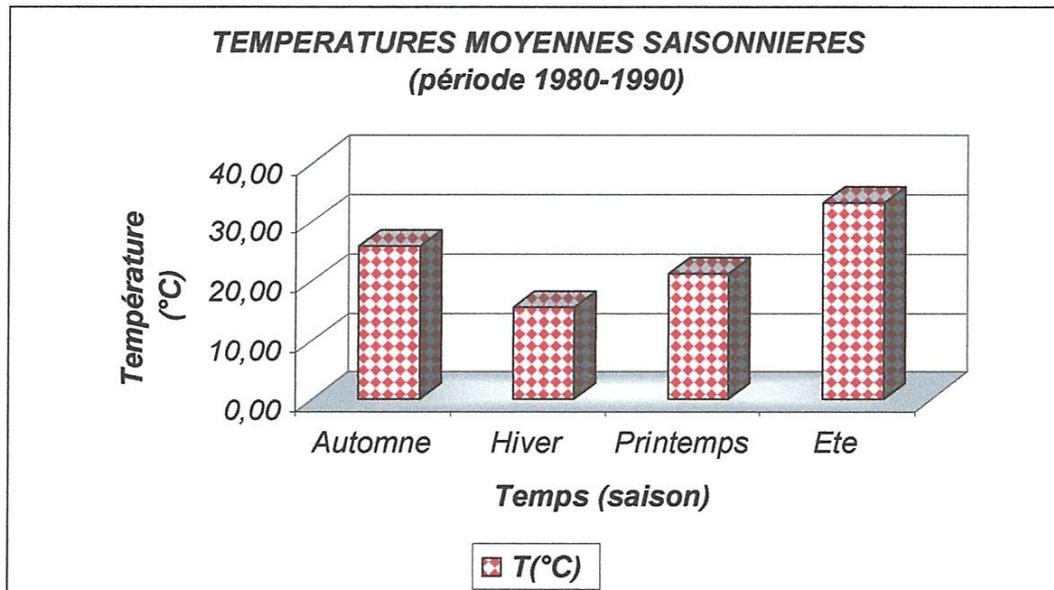


Figure I-7:Températures moyennes saisonnières (période 1980-1990)

La courbe de température montre que le maximum des températures est atteint en Juillet 34.94°C (figure I-6), alors que le minimum est observé en Janvier avec une valeur de 5.34°C , on constate que la température de l'air décroît de Septembre jusqu'au Janvier, puis elle augmente pour atteindre son optimum en Juillet, ensuite elle décroît pour une deuxième fois au mois d'Août. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 24.07°C .

I-7-3 RELATION TEMPERATURE ET PRECIPITATION :

La température et précipitation sont les facteurs déterminants du climat, la détermination des périodes sèches et humides est importante pour prévoir le changement des besoins en eau d'irrigation et potable aussi le régime climatique de la région étudiée

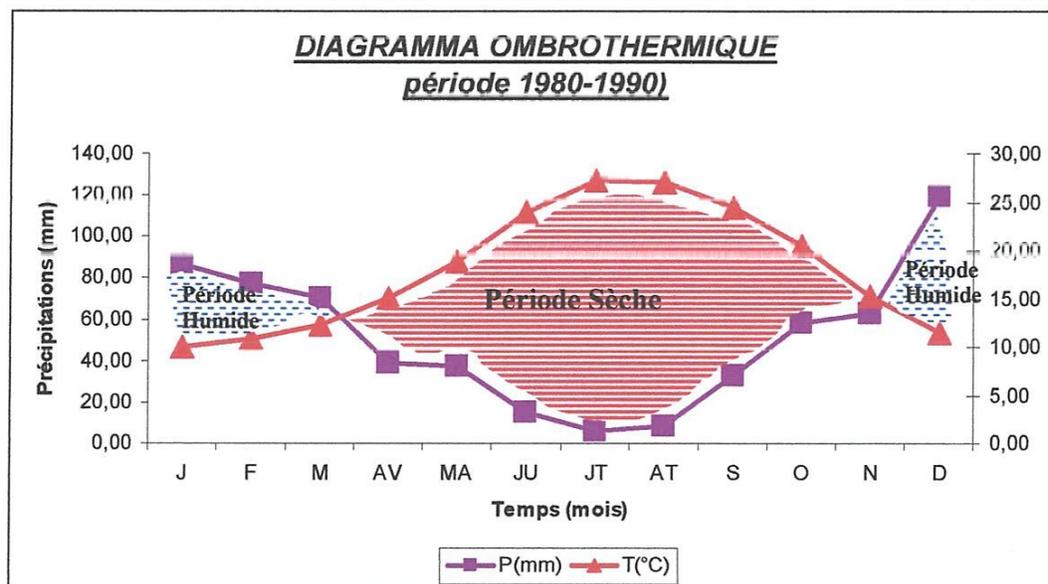


Figure I-8: Diagramme ombrothermique

Pour connaître la période sèche, on applique la méthode ombrothermique pour GAUSSEN et BAGNOULS, un mois sec est celui où le total des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne ($^{\circ}\text{C}$), on obtient donc un diagramme pluviométrique dans lequel les températures sont portées à l'échelle double des précipitations.

Nous constatons que la région de Guelma présente une période sèche qui débute à la dernière semaine du mois de Mars et se prolonge jusqu'à la dernière semaine du mois de Septembre, c'est à dire la période humide s'échelonne pour une durée de 7 mois et 15 jours, et la période sèche pour 4 mois et 15 jours.

D'après le diagramme Ombrothermique (Figure I-8), la période sèche s'étale de la fin de mois de Mai jusqu'à la fin de mois d'Octobre (4mois).

I-8- LES POTENTIALITÉS ET LES CONTRAINTES :

I-8-1 LES RESSOURCES HYDRIQUES :

La zone d'étude dispose de ressources en eau appréciables et assez importantes, cependant il existe un grand manque d'ouvrages de mobilisation ou retenue des eaux superficielles.

Les principales ressources en eau sont représentées par :

I-8-1-A LES EAUX SOUTERRAINES :

Les nappes les plus importantes sont :

- nappe d'oued el Maiz
- nappe de hammam Bradaa
- nappe d'oued halia
- la nappe alluviale de Guelma capacité globale estimée à 17 hm³
- la nappe calcaire du crétacé supérieur

L'exploitation des ces aquifères se fait à l'aide des forages dont on note la présence de 18 forages au niveau du groupement intercommunal.

I-8-1-BLES EAUX SUPERFICIELLES :

- **Réseau hydrographique:**

L'exutoire principal de tout le groupement intercommunal est essentiellement l'oued Seybouse, son apport total est estimé à 408hm³.

- Oued Skhoune
- Oued Maiz
- Oued Zimba

- Oued El Khenga
- Oued Emmechem

- **Barrages existants :**

Barrage de Bouhamdane : d'une capacité globale de 220 hm³. Destine pour l'alimentation d'eau potable et l'irrigation.

- **Retenues collinaires :**

Deux retenues collinaires seulement existantes au niveau de groupement dont leurs caractéristiques sont:

Commune	Dénomination	Capacité (m ³)	Etat des ouvrages	Destination
Belkheir	BESBESSA	50000	PRECAIRE	IRRIGATION
	MEDAOUA	80000	BON	IRRIGATION

Tableau I-7: Caractéristiques des retenues collinaires

COMMUNE	NOMBRE	VOLUME (M ³)
GUELMA	16	19050
BELKHEIR	05	1850
EL FEDJOU DJ	05	1200
BEN DJERAH	07	8750

Tableau I-8: Capacité de stockage

CONCLUSION :

Le milieu naturel de la commune d'El Fedjoudj se trouve dans la partie Est de l'Algérie, situé sur une vaste surface montagneuse, se caractérise par l'importance de plus de la moitié surface agricole.

L'exutoire principal de la commune est essentiellement l'oued Seybouse qui prend sa source à l'extrémité Ouest du la commune.

A partir de la nature lithologique des terrains nous avons déterminé deux types de formations :

- formations favorables au développement d'aquifère poreux formation perméables
- formations favorables au développement d'aquifère karstique.

L'exploitation des cas aquifères on note la présence de 2 forages au niveau de la

$$\text{communc} \begin{cases} F1 \rightarrow Q = 09l/s \\ F2 \rightarrow Q = 43 l/s \end{cases}$$

La commune est dominée par climat subhumide.

Dans la région de Guelma la précipitation est variée entre 363 mm et 1145 mm.

La précipitation augmente lorsqu'on se déplace vers le Nord et diminue lorsqu'on vers le Sud.

On note que le mois de Juillet présente une sécheresse totale de pluie et le contraire pour le mois de Décembre.

La zone d'étude dispose de ressources en eau appréciables et assez importantes, cependant il existe un grand manque d'ouvrages de mobilisation ou retenue des eaux superficielles.

CHAPITRE II :

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

II- PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

II-1- INTRODUCTION :

De tous temps, la connaissance du territoire a été une préoccupation première pour toute société. Qu'il s'agisse de localiser des ressources, d'analyser les conséquences des phénomènes climatiques, de prévoir des récoltes, etc, les hommes ont toujours eu besoin, pour tenter d'asseoir leur dominance sur le monde, de représenter graphiquement des événements ou des informations.

Depuis les temps les plus éloignés, la cartographie classique répondit à ces besoins sociaux, économiques et surtout militaires. Au regard des efforts que nécessitait l'établissement du document cartographique et des apports de l'outil informatique, l'association entre cartographie et informatique, s'est développée dès la fin des années 60 avec l'apparition des logiciels d'aide à l'établissement des cartes. Ainsi, la cartographie numérique est née et a permis d'effectuer un très grand nombre de travaux classiques par ordinateur.

En effet, avec le mariage de la cartographie et de l'informatique, se traduisant par un développement croissant et rapide du matériel et des logiciels, on a confié à l'ordinateur l'une des tâches les plus fastidieuses du cartographe, la gestion de l'information géographique numérisée. L'ordinateur est devenu alors l'auxiliaire précieux du géographe et son assistant pour la production cartographique et l'analyse spatiale. C'est alors que le concept de « Système d'Information Géographique » le S.I.G est né.

II-2- DEFINITION D'UN SIG :

Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus, conçu pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation et l'affichage de données à référence spatiale en vue de résoudre des problèmes d'aménagement et de gestion.

On appelle donnée à référence spatiale toute donnée pouvant être localisée de façon directe (une école, une route...) ou indirecte (une adresse, un propriétaire...) à la surface de la terre.

Pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale, on décompose le territoire en couche thématique (relief, routes, bâtiments...) structurées dans des bases de

données numériques. Les bases de données qui alimentent les SIG doivent être géo-référencées, c'est dire partager un cadre commun de repérage appelé système de projection. Ce cadre commun est fixé légalement. En Algérie, il s'agit du système géodésique WGS 1984.

Les SIG permettent entre autres :

- ❖ De stocker sous forme numérique de gros volumes de données géographiques de manière centralisée et durable. Par rapport au papier ou aux fiches, les supports informatiques actuels (disques CD roms, DVD roms), assurent une meilleure conservation des données. On dit que les SIG perpétuent la mémoire,
- ❖ D'afficher et de consulter les données sur l'écran, de superposer plusieurs couches d'information, de rapprocher des informations de différentes natures (topographique, environnementales, économiques), d'effectuer des recherches à partir de certains critères (qualitatifs et/ou quantitatifs), c'est ce que nous verrons plus loin sous le nom d'analyse thématique,
- ❖ D'actualiser ou de modifier les données sans avoir à recréer un document,
- ❖ D'analyser les données en effectuant par exemple des calculs de surface ou de distance,
- ❖ D'ajouter ou d'extraire des données, de les transformer pour mettre à disposition d'un prestataire (géomètre, architecte, gestionnaire dz réseau) ou d'un décideur (élu),
- ❖ D'éditer des plans et des cartes à la demande et grand nombre à des coûts peu élevés.

Un SIG comprend principalement 5 composantes :

- Le matériel informatique,
- Le logiciel SIG,
- Les données organisées en bases,
- Les méthodes,
- Les ressources humaines (les utilisateurs),

L'utilisation du SIG est très répandue dans le domaine de l'ingénierie par :

- Les gestionnaires des réseaux divers (électriques, transport d'énergie, routiers, adduction, d'eau et distributions, eaux usées, téléphoniques, ... etc),
- Le génie militaire,

- Les questionnaires des ressources naturelles et protection de l'environnement,
- Les décideurs au niveau des collectivités locales.

II-3- LES DOMAINES D'APPLICATION :

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Citons cependant :

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- Marketing (localisation des clients, analyse du site)
- Planification urbaine (cadastre, POS, voirie, réseaux assainissement)
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- Hydrologie
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
- Géologie (prospection minière)
- Biologie (études du déplacement des populations animales)
- Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles)

II-4- LES AVANTAGES D'UN SIG :

Les systèmes d'information géographiques présentent d'énormes avantages pour l'utilisateur à savoir :

- Les possibilités de description des organisations spatiales sont beaucoup plus larges.
- L'accès à toutes les informations et par tous les utilisateurs est nettement facilité.
- Les sorties finales se font tout de même sur papier : une carte restant le moyen privilégié pour exprimer un phénomène spatialisé.
- On peut produire différentes cartes à partir des mêmes données ponctuelles et des mêmes modèles d'organisation, en modifiant les options (modification des classes pour tel ou tel caractère).
- Il est possible, de façon quasi-illimitée, de «croiser» des données hydro chimiques par exemple avec d'autres données spatialisées non hydro chimiques (géomorphologie, télédétection spatiale, climat).
- Enfin, à l'aide des modèles de fonctionnement (hydrologiques, croissance de telle

plante), on peut procéder à des simulations fournissant des images selon divers scénarios.

Les systèmes d'informations géographiques (SIG) sont de plus en plus utilisés par des géographes, des planificateurs, ...etc, comme instrument facilitant toute une gamme d'analyses spatiales faisant intervenir un volume croissant de données, ceci constitue probablement la raison importante que posent les SIG.

- Le SIG diffère des logiciels de cartographie numérique par le fait qu'en plus de la manipuler, de transformer et d'analyser inter activement des données non graphiques et non spatiales (données descriptives) par le biais d'un système de gestion de base de données (SGBD). Ceci confère une puissance au SIG et permet à l'utilisateur de produire des études de tendances, des simulations, des modélisations, etc. Lui facilitant la prise en main de ses données et de ses décisions.

II-5- LES DIFFERENTS MODE D'UN SIG :

Au niveau le plus simple, un SIG est un environnement qui fournit des informations sur les objets spatiaux. Sa principale fonction est d'offrir à l'utilisateur une interface graphique, permettant la localisation des objets à décrire ou l'identification de ceux répondant aux caractéristiques : le mode vecteur et le mode Raster.

II-5-1 MODE VECTEUR :

Le mode vecteur répond au souci de représenter un objet de manière aussi exacte que possible les unités spatiales d'observation sont elles même des objets spatiaux (points, ligne et zone). Ces derniers sont décrits par leur position, leurs relations avec d'autres objets et leurs attributs (caractères non spatiaux).

Ce mode donne une représentation plus conforme au mode réel la localisation des objets, leurs dimensions, et les distances sont calculées avec précision.

II-5-2 MODE RASTER :

Ce mode est simple, car les données sont stockées sous forme de tableaux et sont de ce fait facile à manipuler par un ordinateur. Certaines données (images satellitaires) se présentent directement sous cette forme et leur acquisition est immédiate de même, les croisements des

données faciles à réaliser, puisque toutes les grandeurs sont ramenées à la même unité de base : la cellule (ou pixel).

II-6- LES DIFFERENTES COMPOSANTES ET FONCTIONS D'UN SIG :

Un SIG se compose d'une base de données géographique (BDG), d'une boîte à outils, contenant des procédures d'analyse, de gestion, de saisie et de représentation, ainsi que d'une interface utilisateur.

II-6-1 BASE DE DONNEES GEOGRAPHIQUES (BDG) :

C'est dans cette dernière que se situe toute l'information sur la ou les zones d'étude. Sa conception et sa gestion sont, en de nombreux points, similaires à une base de données conventionnelle avec cependant une différence fondamentale : une structure de l'information selon la localisation des unités spatiales.

II-6-2 BOITE A OUTILS :

Selon leur fonction, les outils présents dans un SIG se répartissent en plusieurs catégories :

- ❖ Les outils de saisies : ont pour tâche d'importer dans le système les éléments d'information, qui constituent la BDG. Ils traduisent cette information sous forme numérique et dans une structure conforme aux capacités du système ;
- ❖ Les outils de mises en forme : dénommés procédures de prétraitement, modifient la structure de l'information pour son intégration dans la BDG en vue d'un archivage, ou d'une exploitation hors de cet environnement;
- ❖ Les outils de gestion : occupent une place centrale dans un SIG leur fonction est de gérer, de modifier et de manipuler la BDG, tout en garantissant son intégrité;
- ❖ Les outils d'analyse : transforment l'information contenue dans la BDG en fonction des besoins de l'utilisateur. Ils produisent de nouvelles strates (ou couches) qui à leur tour sont intégrées dans la BDG ;

- ❖ Les outils de représentation : fournissent à l'utilisateur du système, les éléments de l'information numériques ou graphiques indispensables à la réalisation de l'analyse, et à la production des résultats intermédiaires et finaux.

II-6-3 L'INTERFACE UTILISATEUR :

Cette interface gère les interactions entre l'utilisateur et le SIG. Elle prend des formes diverses selon les systèmes, allant de simples questions prédéfinies jusqu'à un véritable langage de modélisation, autorisant la création de procédures d'analyse nouvelles à partir de » celles présentes.

II-7- LES PRINCIPALES FONCTIONS D'UN SIG :

En consultant la boîte à outils d'un SIG, nous voyons qu'un tel système est composé de quatre (04) principaux modules, à savoir : l'acquisition des données, leur gestion, leur manipulation et analyse leur restitution. La figure ci-dessous résume sous forme d'organigramme les fonctions fondamentales qu'un SIG doit accomplir :

II-7-1 LES CONVERSIONS (VECTEUR RASTER) :

L'information spatiale introduite initialement peut être sous forme vectorielle, ou sous forme Raster (matricielle). Un SIG doit permettre le passage du mode Raster et vice versa car chacun de ses modèles a ses propres applications et opérations.

II-7-2 NOTION DE COUCHES (NIVEAUX, STRATES OU LAYERS) :

L'établissement d'une carte se fait grâce à la superposition de plusieurs planches, chacune d'elles représentant un thème particulier (géologie, hypsométrie, végétation...). Dans un SIG, cette notion est toujours conservée. On dira dans ce cas qu'à partir de plusieurs couches de base (information regroupées selon une thématique choisie), on pourra générer une carte selon un mode particulier de composition de ces couches (on obtient alors une couche résultante) (Figure II-1).

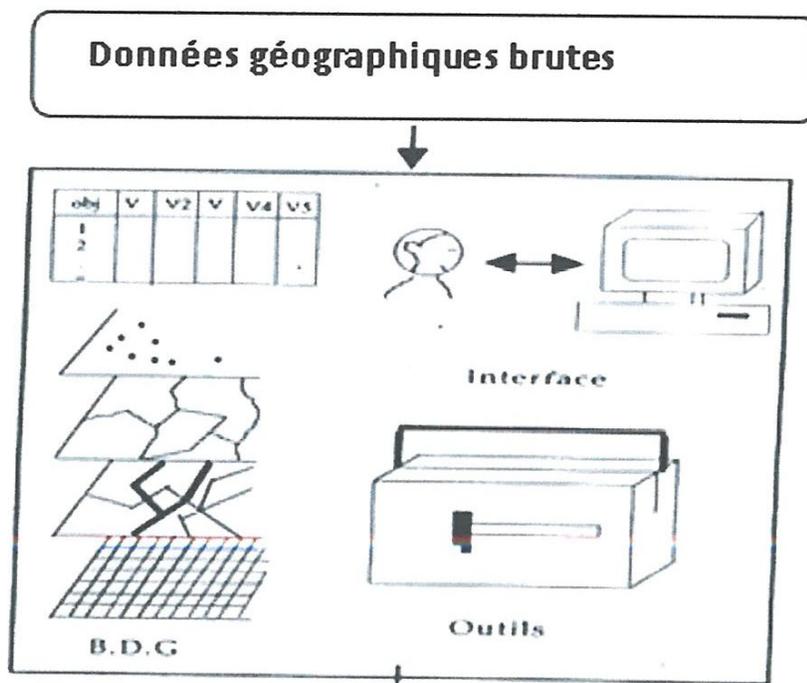


Figure II-1 : Les différentes composantes d'un SIG (COLLET, 1992)

II-7-3 NOTION DE SUPERPOSITION (OVERLAY) :

Le but de la plupart des SIG est de croiser des données provenant d'origines diverses. L'opération de superposition n'est possible qu'une fois la compatibilité de l'ensemble des couches vérifiée. Cette opération permet la création d'une carte à partir de la combinaison d'un ou de plusieurs auteurs, c'est une fonction indispensable pour réaliser des modélisations et créer des scénarios.

II-8- ASPECT FONDAMENTAUX D'UN SIG :

Outre les fonctions possibles offertes par le SIG, PORNON (1991) a évoqué trois aspects fondamentaux de cet outil, à savoir :

Les SIG ne traitent pas seulement les données géographiques. Ils sont en mesure de traiter toute donnée, dès lors qu'elle possède une extension spatiale ;

L'organisation et la structuration des données font la différence fondamentale entre un logiciel quelconque et un SIG. Les SIG sont un outil d'aide à la décision, car il permet les analyses et les synthèses pouvant être utilisées pour la prise de décision.

Dans un territoire géographique donné, l'aménagement est une problématique complexe qu'il convient d'aborder en tenant compte de tous facteurs du milieu. Ceci se traduit souvent par une grande masse d'informations géographiques que le thématisez devra manipuler pour l'analyse des systèmes écologiques.

Dans cette optique, les SIG sont des outils qui permettent, par leur qualité d'intégration, de synthétiser et d'analyser la masse de données disponibles sur un territoire comme l'ont souligné beaucoup d'auteurs (BARIL et al (2001), DIDIER, (1990) ; Ils s'avèrent donc l'outil le plus adéquat pour l'analyse écologique fine de notre terrain d'étude (Figure II-2).

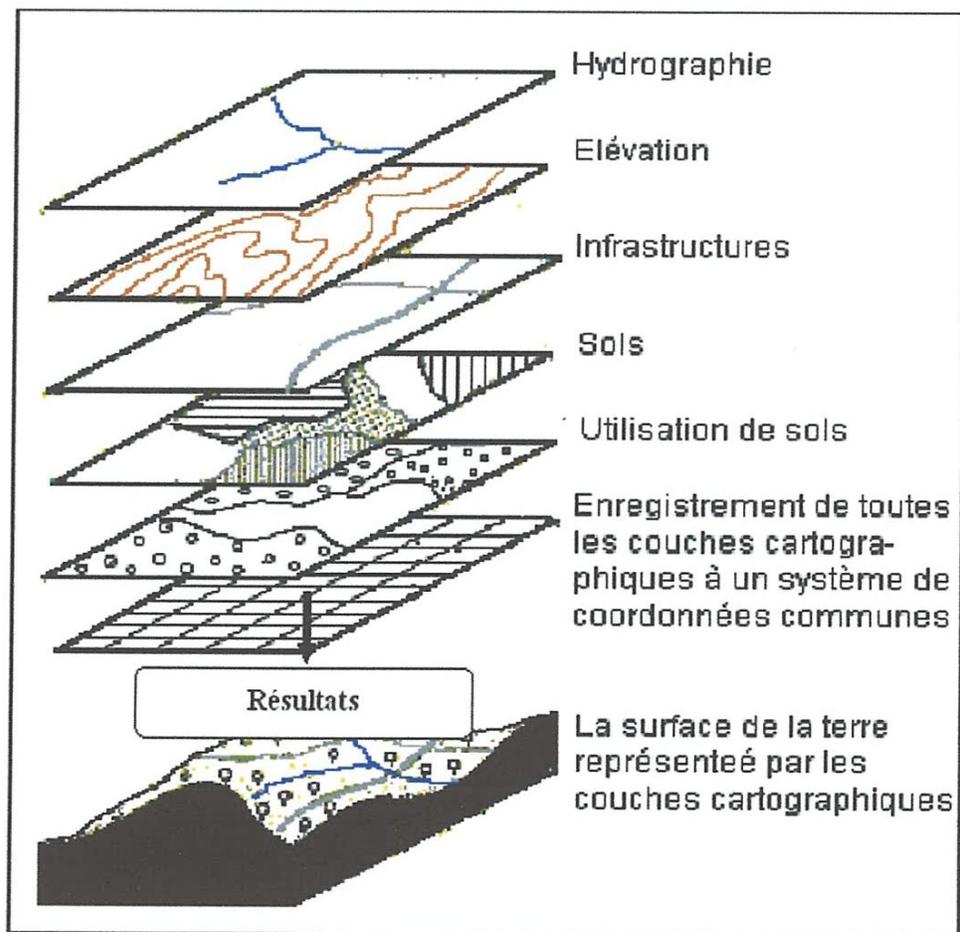


Figure II-2 : Utilisation et superposition des couches d'information par les SIG

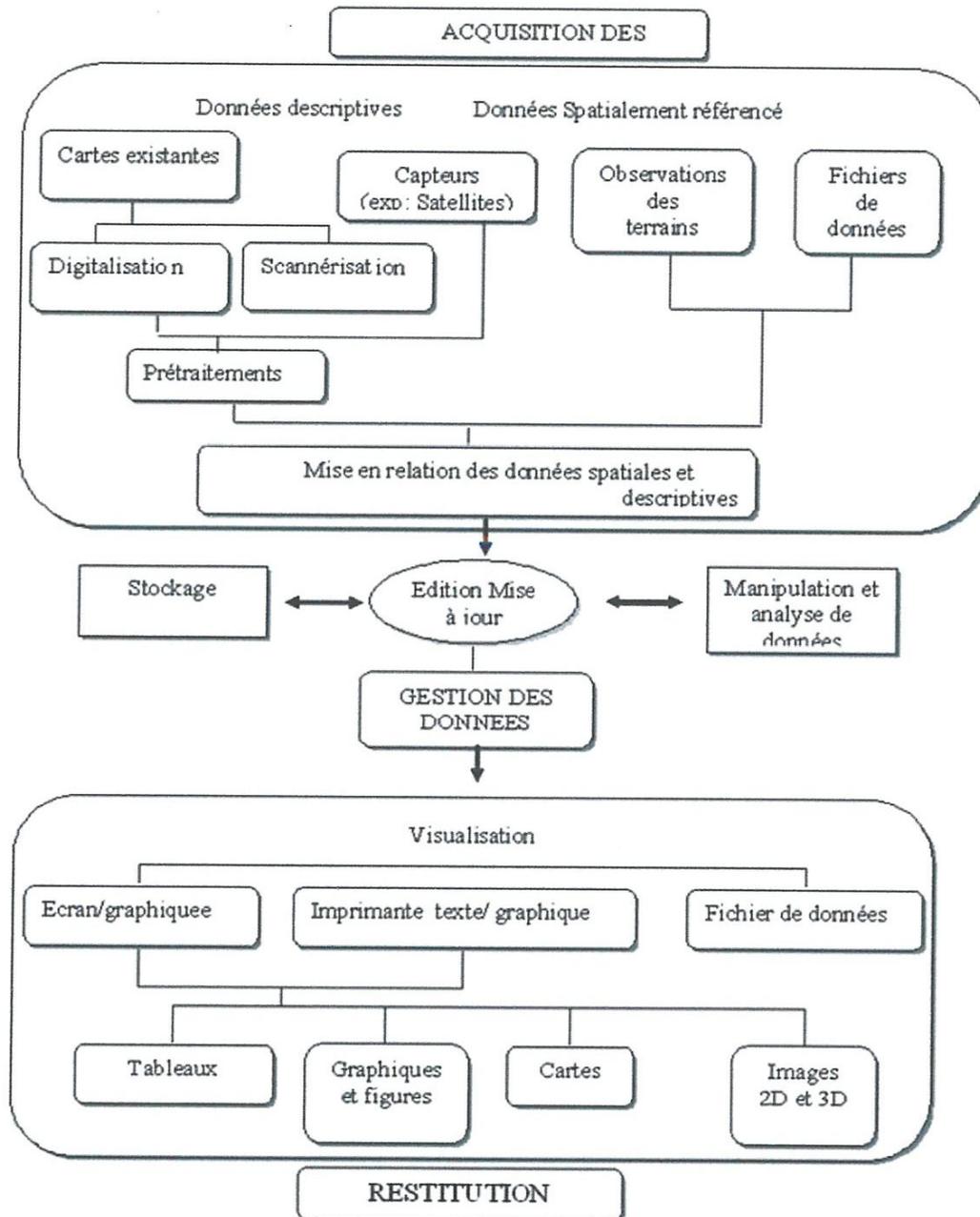


Figure II-3: Schéma représentatif les différentes fonctions d'un SIG

Conclusion :

Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus, conçu pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation et l'affichage de données à référence spatiale en vue de résoudre des problèmes d'aménagement et de gestion.

Les données sont transformées on décompose le territoire en couche thématique (relief, routes, bâtiments...) structurées dans des bases de données numériques qui sont référencées par un repérage de système de projection géodésique comme WGS 1984 pour le cas de l'Algérie

Le SIG permet le stockage sous forme numérique des données géographiques et les afficher sur écran et des analyses thématiques et nous pourrions aussi peut-être actualiser et modifier les données et effectuer des calculs de surface ou de distance et en faire éditer des plans et des cartes.

Il y a deux modes d'un SIG, le mode vecteur (réel), et le mode Raster (images satellitaires)

Un SIG se compose d'une base de données géographiques (BDG), d'une boîte à outils, contenant des procédures d'analyse, de gestion, de saisie et de représentation, ainsi qu'une interface d'utilisateur.

CHAPITRE III :

L'ACQUISITION DES DONNEES ET LEUR
STRUCTURATION

III- L'ACQUISITION DES DONNEES ET LEUR STRUCTURATION :

III-1- INTRODUCTION :

Traditionnellement, les services techniques des collectivités locales, les gestionnaires des réseaux souterrains et les services d'urbanisme utilisent des plans papiers dans le cadre de leurs activités.

Ces plans, souvent en exemplaire unique, ont l'inconvénient d'être figés, encombrants, fragiles (surtout s'ils sont anciens) et difficile a leur diffusion. Enfin arrive la cartographie moderne pour simplifier considérablement leur mise a jour, mais celle-ci ne se satisfait plus des seules informations géométriques du terrain ; on cherche de plus en plus a leur associer des informations thématiques par exemple associer a une parcelle de terrain le nom de son propriétaire, la surface constructible ou construite.

Ceci ouvre la voie des systèmes de traitement numérique des (SIG ou systèmes d'informations géographiques). Le SIG va permettre d'introduire de l'interactivité entre les documents graphiques et les utilisateurs.

Le logiciel MapInfo est un puissant outil S.I.G de bureautique, organise ses données (points, lignes et polygones) sous forme de tables Chaque table est constituée d'un groupe de fichiers (cartes et données).

Les cartes numérisées sont structurées en couches d'informations.
La superposition de toutes les couches produit la carte finale Chaque couche représente une table Chaque couche peut contenir différents objets points, lignes et polygones (figure III-1).

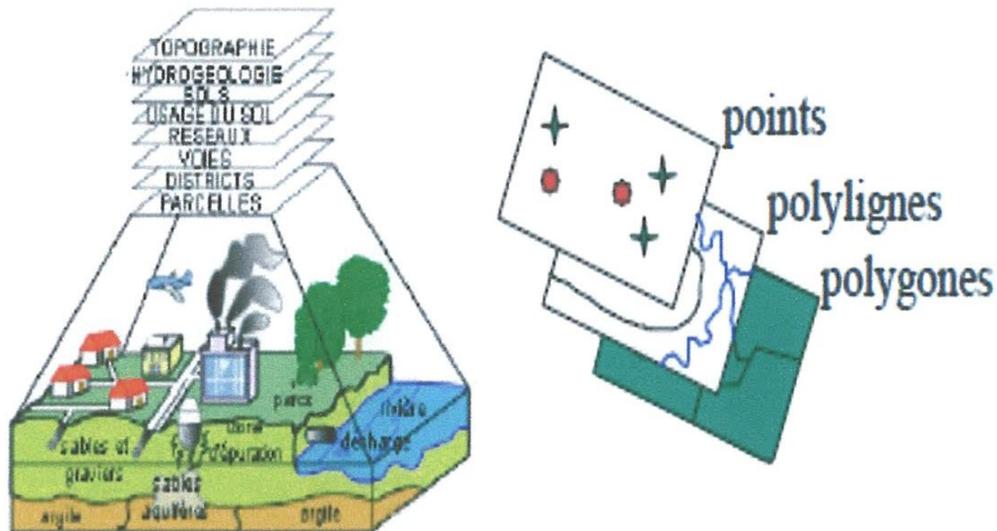


Figure III-1 : Les couches de carte

III-2- STRUCTURE D'UNE TABLE MAPINFO :

Une table MapInfo est constituée de deux fichiers :

Monfic.tab : contient la description de la base de données

Monfic.dat : contient les données elles-mêmes. Lorsqu'on affecte des objets graphiques, MapInfo génère deux autres fichiers :

Monfic.map : contient la description des objets graphiques

Monfic.id : assure le lien entre les données et le graphisme

Les tables peuvent comporter des fichiers d'indexe

Monfic.ind : facilite la recherche et la localisation.

La fenêtre carte figure Permet d'afficher les objets graphiques contenus dans les tables ;

La fenêtre donnée: Permet d'afficher les données sous forme tabulaire ;

La fenêtre graphique : Permet d'afficher les graphiques réalisés en représentant les relations statistiques entre les données. (Figure III-2)

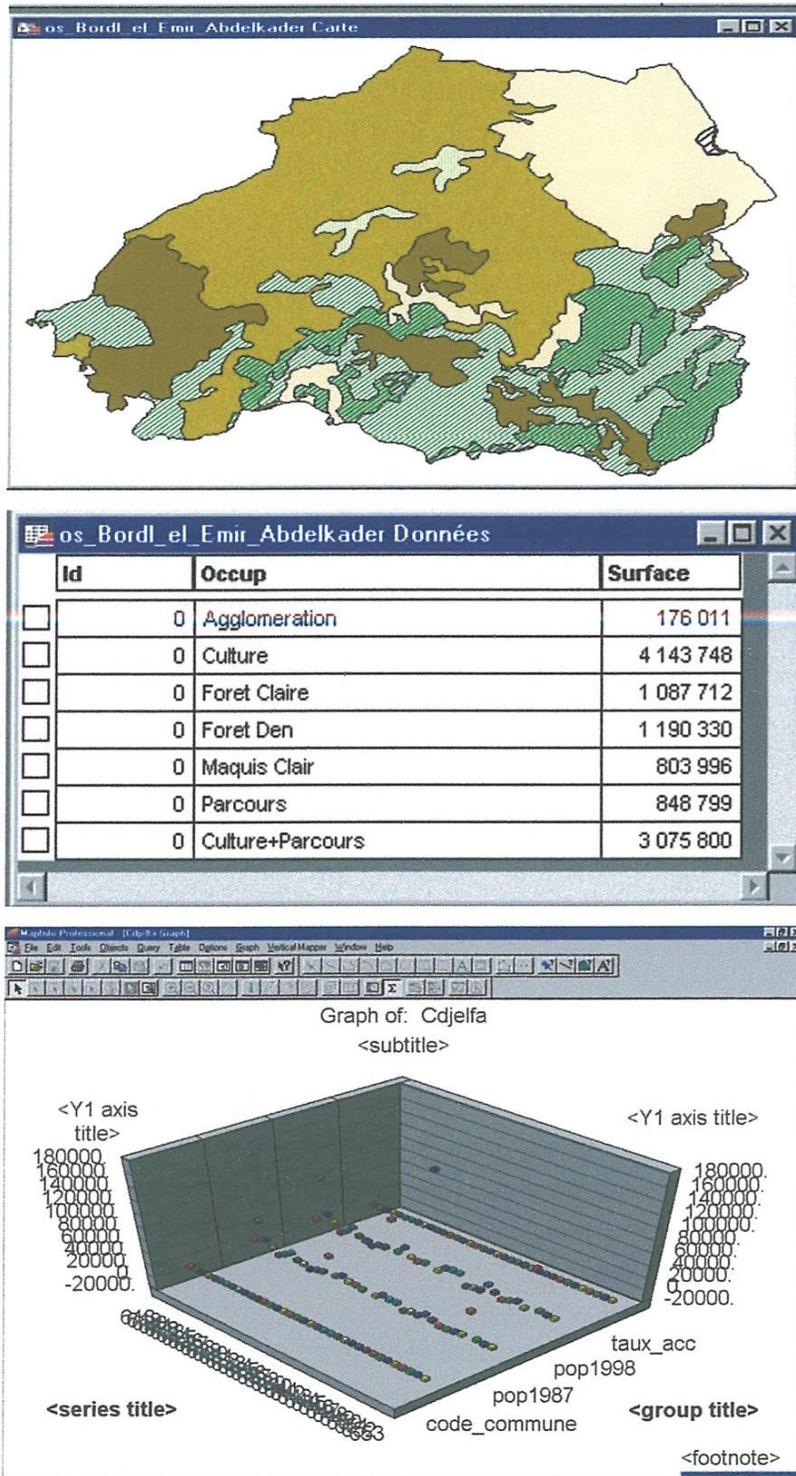


Figure III-2 : Les fenêtres de MapInfo

Pour la réalisation des différentes cartes thématique on a suivi les étapes suivantes :

III-2-1-RÉALISATION DU SUPPORT GÉOGRAPHIQUE :

Intégration d'un support Raster (Figure III-3)

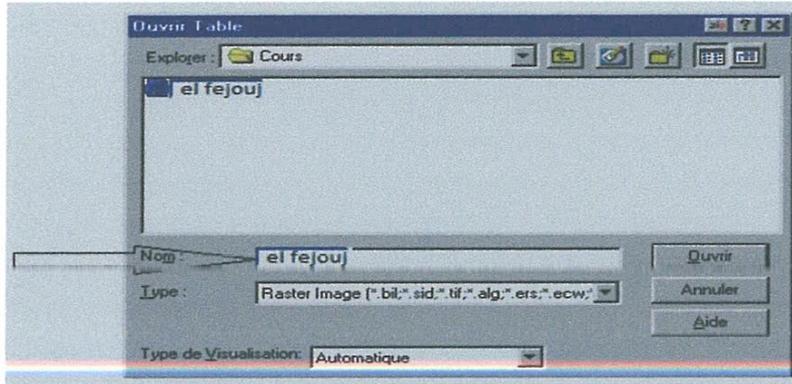


Figure III- 3 : Ouverture d'un tableau

Importer une image Raster :

Fichier > Ouvrir table > (boîte de dialogue) :

Sélection du type de table : Raster Image...

Message : Afficher une image non calée "El Fedjoudj" ?

Affichage : affiche l'image dans un système de coordonnées non terrestres

Calage : > boîte de dialogue "calage image"



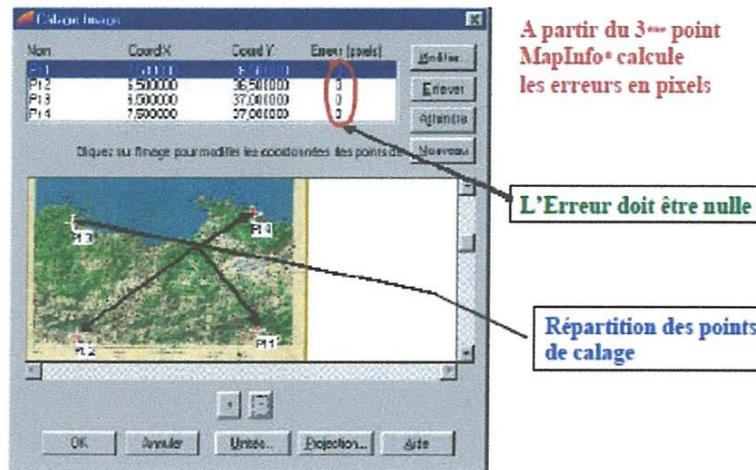


Figure III-4 : Calage d'une carte projetée sur MapInfo

III-2-1-a SYSTÈME DE COORDONNÉES :

Un système de coordonnées est composé d'un ensemble de paramètres qui renseignent sur, Les coordonnées terrestres des objets. La projection constitue l'un de ces paramètres, Une projection se rapporte à la façon dont les objets sont affichés sur une surface plane (Figure III-5).

Un système de coordonnées = **Projection, Référentiel (Datum), Ellipsoïde**

Connaître les coordonnées d'un objet MapInfo

Choisir un objet point, double-clique sur l'objet



Figure III-5 : Système de coordonnées

La carte est ainsi géo référencée, elle est mise à l'échelle et tout point sur la carte a des coordonnées dans le système de projection choisi.

Dans notre cas on a utilisé des cartes en format DXF (Auto cade) qu'on a transformés en format image, l'utilisation d'un GPS gamin nous a permis le calage des cartes. Quatre points sont choisis au niveau de la commune à savoir :

- L'école Djamel Addine el Afghani $\begin{cases} X = 07^{\circ} 396 \\ Y = 36^{\circ} 504 \end{cases}$
- Edimco (Depôt ciments) $\begin{cases} X = 07^{\circ} 400 \\ Y = 36^{\circ} 501 \end{cases}$
- L'école Ziada Saduok $\begin{cases} X = 07^{\circ} 4025 \\ Y = 36^{\circ} 5052 \end{cases}$
- L'APC $\begin{cases} X = 07^{\circ} 398 \\ Y = 36^{\circ} 504 \end{cases}$

Le calage des cartes est réalisé avec ces points et avec le système WGS84 comme système de projection.

III-2-2- PARTIE DIGITALISATION :

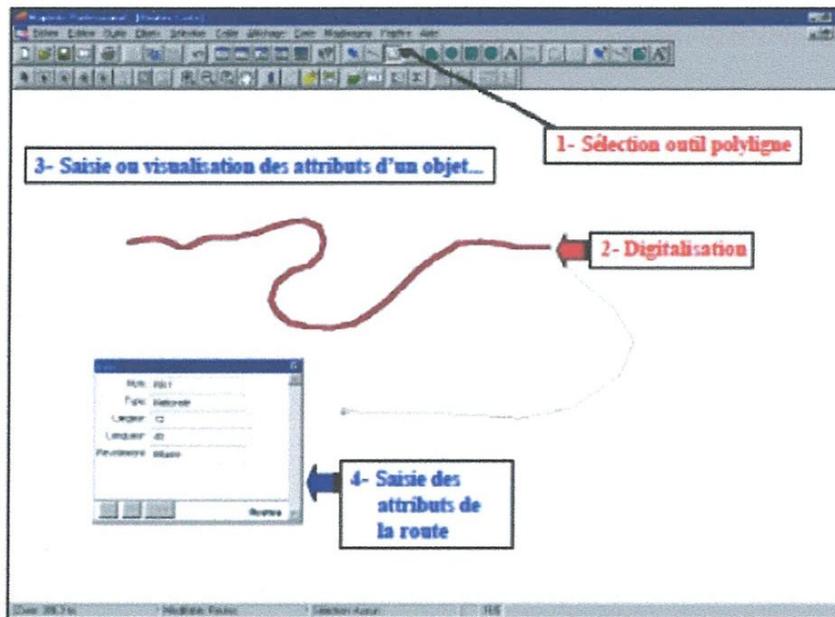


Figure III-6 : Digitalisation d'une route

Tous les objets digitalisés (forages, réservoir, route, conduites, habitation ...) sont enregistrés comme couches dessins (FigureIII-7).

Clic sur l'icône Modifier Objet pour faire apparaître les nœuds :

Sélectionner un nœud et étirer le vers l'emplacement voulu.

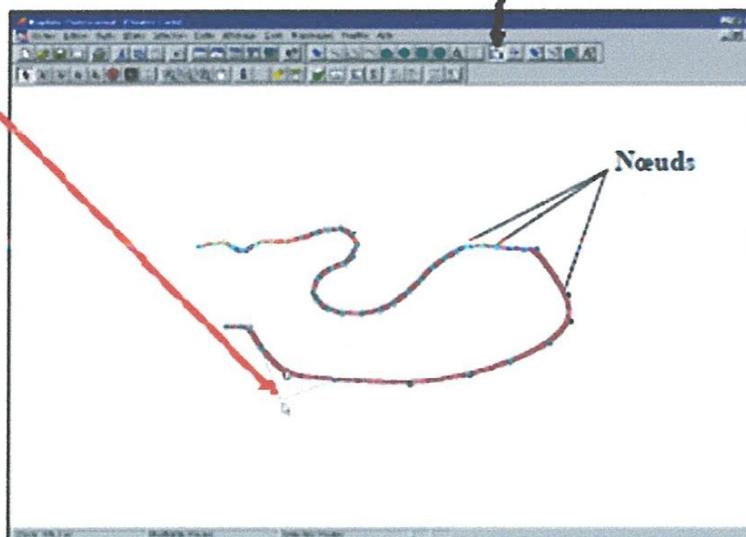


Figure III-7 : Modification d'un objet graphique

III-2-3-CRÉATION DE TABLE :

Chaque couche dessin lui est attribuée une table, une table est structurée en champs (Figure III-9)

Le nombre et le type de champs sont guidés par les données disponibles pour chaque table.

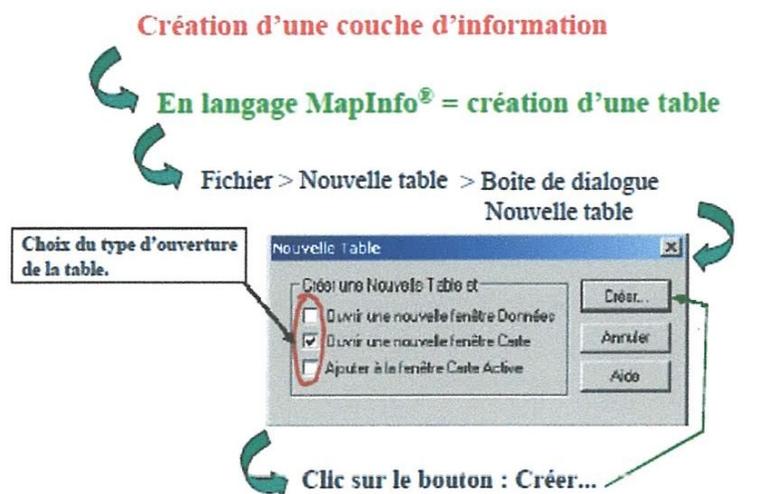


Figure III-8 : création d'une couche d'information

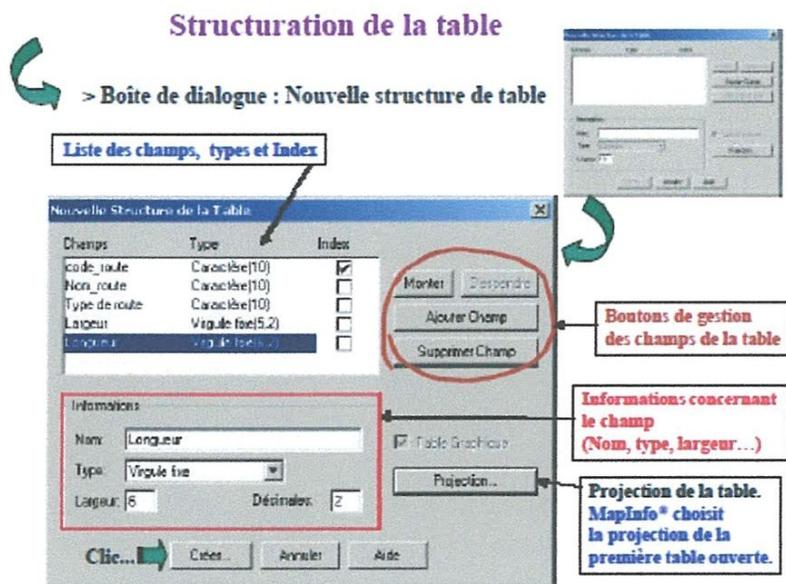


Figure III-9 : structuration de la table

III-2-4-ANALYSE THÉMATIQUE :

Le logiciel nous donne le choix entre plusieurs variantes et c'est à l'utilisateur de choisir le type d'analyse qui convient (Figure III-10).

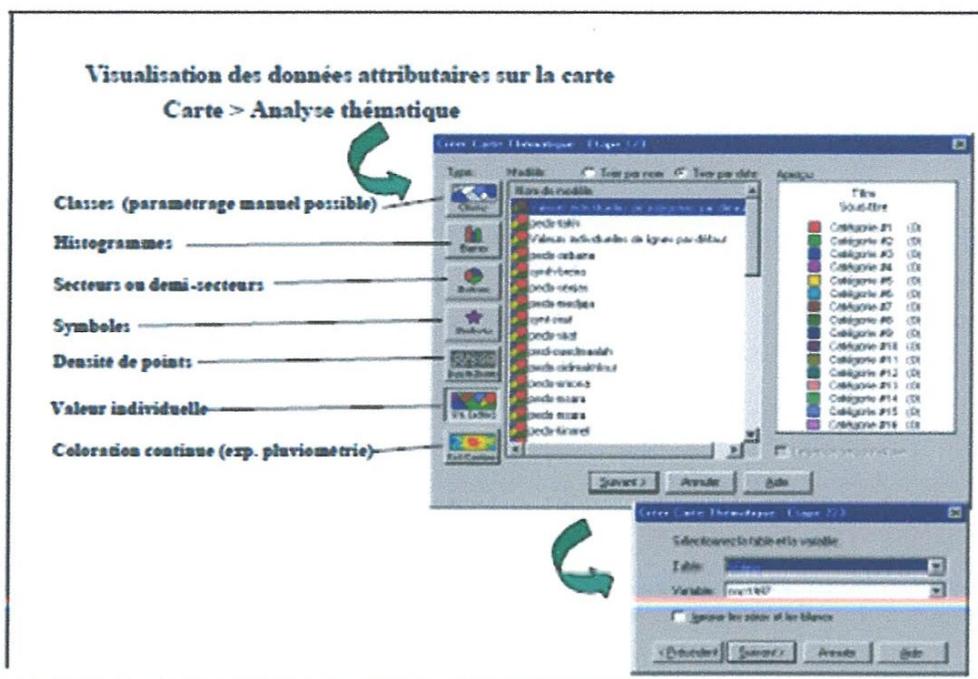


Figure III-10 : Analyses thématique

III-2-5- MISE EN PAGE :

Après avoir choisis l'analyse thématique la carte s'affiche, l'opération de mise en page consiste à ajuster la carte à l'échelle désirée et apporter des réajustements sur la mise en forme du document avant impression (Figure III-11).

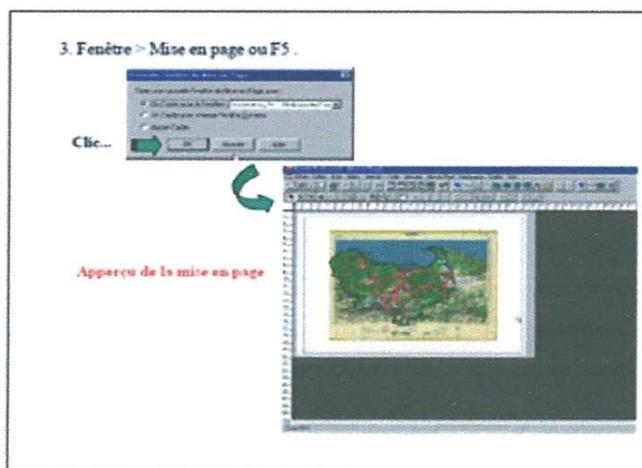


Figure III-11 : Fenêtre de mise en page

III-3-MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN ET CES PRODUITS DERIVES :

III-3-1 - DEFINITION :

Un modèle numérique de terrain (MNT) est une représentation numérique du terrain en termes d'altitude. Il fournit des renseignements non seulement sur les formes du relief mais également sur leur position. Un MNT peut être relié à un ou plusieurs systèmes de coordonnées. De façon concrète, on peut dire qu'un MNT est constitué de points connus en coordonnées (peu importe les systèmes de références choisis) qui donnent une représentation partielle du terrain. La surface topographique étant continue, il faut choisir une méthode d'interpolation qui déterminera l'altitude de points quelconques en fonction des altitudes des échantillons initiaux.

A partir du MNT, il est possible de tirer de nombreuses informations précisant le modèle du terrain. Le MNT étant une représentation numérique de la surface topographique, il est possible, à l'aide d'algorithmes informatiques, de retirer du MNT des informations sans effectuer de mesures sur le sol lui-même. La pente et l'orientation sont obtenues à partir des dérivées premières de l'altitude. Les dérivées secondes nous renseignent sur les courbures du terrain. On différencie les courbures dans le plan horizontal (courbures des courbes de niveau) et les courbures dans le plan vertical (courbures des lignes de plus grande pente). L'ensemble de ces informations représente les produits dérivés du MNT. La pente et son orientation sont des données fondamentales puisque c'est à partir d'elles que seront déterminés le réseau hydrographique ainsi que d'autres paramètres hydrologiques.

III-3-2- ELABORATION D'UN MNT :

Pour élaborer un MNT, on passe par plusieurs processus qu'on va les décrire ; Les techniques qui permettent de fournir des données utiles à la création d'un MNT sont variées et l'on retrouve parmi elles : le levé topographique, la photogrammétrie, l'interférométrie radar, le laser altimètre et l'interpolation de courbes de niveau à partir de cartes existantes. Pour lancer le calcul de MNT, quelle que soit la méthode de construction de MNT et le logiciel, on a besoin de points cotés et de lignes caractéristiques du terrain.

Toutes les données utilisées pour l'élaboration du MNT doivent être connues en coordonnées X, Y, Z dans un référentiel donné. Pour obtenir un fichier d'interpolation (le GRID "GRD"), on a besoin des points connus en X.Y.Z. A cet effet, il était nécessaire de

transformer les lignes en points a l'aide du logiciel VERTICAL MAPPER, le Poly point nous a permis de transformer les Poly lignes en points avec les mêmes attributs(figure III-12) .

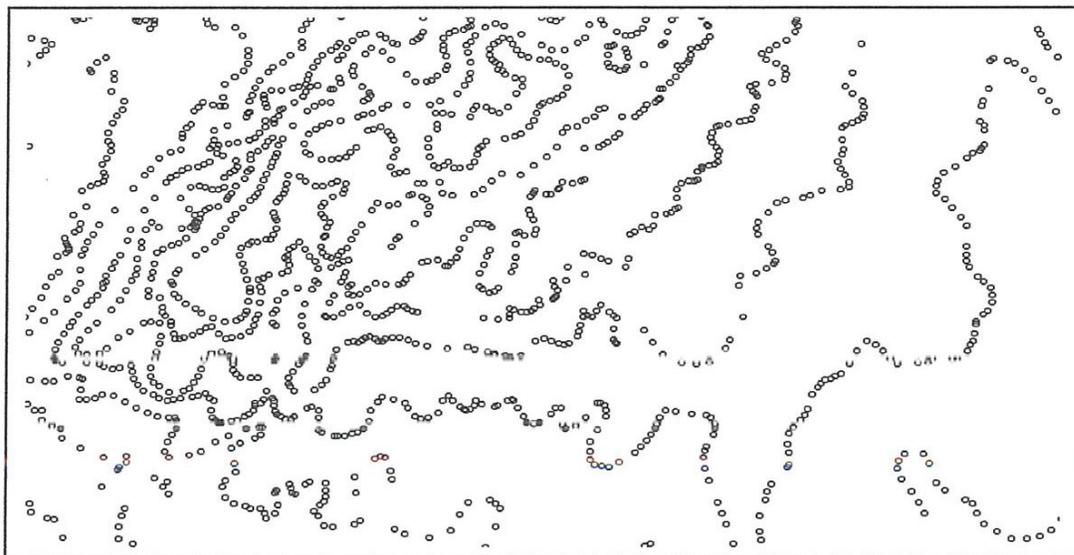


Figure III-12: Transformation des Poly lignes en points

III-3-3-INTERPOLATION :

L'interpolation est nécessaire quelle que soit la structure d'échantillonnage choisie. Elle est utilisée lors de la construction du MNT pour déterminer, par le calcul, l'altitude de points qui n'ont pas été mesurés sur le terrain. Les points mesurés sur le terrain sont des échantillons à partir desquels vont être estimés les nœuds des grilles raster, les points contenus dans les facettes triangulaires des modèles TIN ou encore les points situés entre deux profils.

L'interpolation permet de passer d'un semis de données brutes, disposées de façons aléatoires, à un échantillonnage régulier (MNT raster). En revanche, dans le cas d'un échantillonnage irrégulier, l'interpolation est simplement un moyen de calculer des points intermédiaires ne faisant pas partie des échantillons de départs.

L'interpolation permet également de changer de format de MNT. C'est ainsi que l'on pourra passer d'un modèle TIN à un MNT raster .On peut différencier les méthodes d'interpolation exactes qui permettent de conserver les valeurs des données initiales dans l'information finale et les méthodes approximatives qui induisent une erreur résiduelle en

chaque point de l'échantillon initial .En fonction de la méthode d'interpolation on obtiendra, pour un point interpolé donné, des altitudes différentes. Pour ne pas se servir d'un MNT qui serait trop éloigné de la réalité il faut bien connaître les méthodes employées.

A chacune des formes de représentation citées ci-dessus sont associées de multiples méthodes d'interpolation; en général elles sont classées en deux grandes catégories:

III-3-3-1-LES METHODES GLOBALES:

Elles tiennent compte de toute l'information disponible pour interpoler l'altitude et génèrent des fonctions continues, généralement des fonctions polynomiales ou Splines.

III-3-3-2-LES METHODES LOCALES:

Elles ne tiennent compte que du voisinage du point du calcul.

Le logiciel VERTICAL MAPPER met 5 méthodes d'interpolation à notre disposition:

- ❖ par pondération inverse à la distance (*Inverse Distance Weighting*)
- ❖ par triangulation avec lissage (*TIN -based*) qui est une triangulation de Delaunay
- ❖ par interpolation rectangulaire qui utilise les 4 points les plus proches (*bi-linear*)
- ❖ par méthode géométrique du plus proche voisin (*Natural Neighbour*) ou (diagrammes de Voronoï).

CHAPITRE IV :

RÉSULTATS ET DISCUSSION

IV- RÉSULTATS ET DISCUSSION :

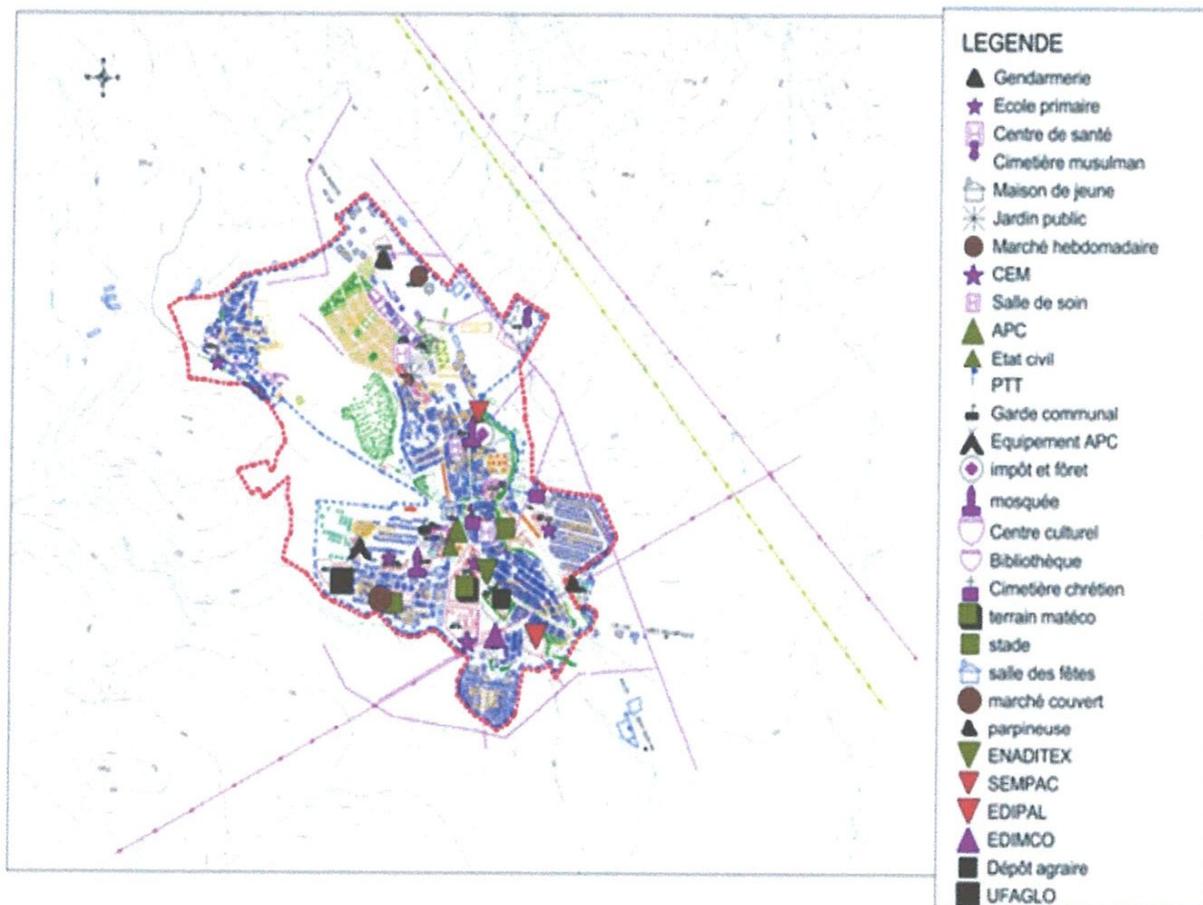
IV-1- EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE :

Pour dimensionner les différentes composantes du système d'alimentation en eau potable, on se base sur le besoin en eau potable de l'agglomération.

On distingue plusieurs types (usages) de demandes en eau :

- Domestique
- Collective (publique)
- Industrielle
- Touristique

Les consommations évoluent d'une année à l'autre et diffèrent d'une agglomération à l'autre (*Figure IV-1*).



Echelle :1/5000

*Figure IV-1: Carte des équipements de la zone d'étude
(voire l'annexe N°1)*

IV-1-1- EVALUATION DES BESOINS EN EAU PAR CATEGORIE POUR L'HORIZON 2037 :

Pour une population donnée, la détermination des besoins en eau est assez délicate, du fait que nous ne connaissons pas avec précision l'utilisation locale en eau de chaque habitation et les habitants de la population qui sont irrégulières, notamment dans le cas à long terme (comme par exemple a l'horizon 2037). Néanmoins d'après les statistiques évoquant la relation dotation-population, il nous paraît justifier d'évoluer la demande en eau potable pour les horizons de calcul envisagés, 2012 et 2037 (*Figure IV-2*).

La quantité d'eau potable à garantir est fonction des différents besoins suivants :

IV-1-1-1- BESOINS DOMESTIQUES :

On entend par besoins domestiques, l'utilisation de l'eau pour : la boisson, la préparation des repas, la propreté, le lavage de la vaisselle et du linge, les douches, l'arrosage des jardins familiaux...ect.

Les besoins en eau domestique dépendent essentiellement du développement des installations sanitaires des habitudes de la population.

a) - CALCUL ^{du} LE NOMBRE DE LA POPULATION FUTURE :

L'estimation de la population future dans le commune d'El Fedjoudj, suite un modèle exponentiel défini par la relation suivante :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \dots\dots\dots \text{habitant} \text{-----}(1)$$

Avec :

P_n : La population future pour l'horizon considéré 2037.

P_0 : La population actuelle

r: Taux d'accroissement démographique.

n : nombre d'années séparant l'année de référence a l'horizon considéré.

b) - CALCULE LA CONSOMMATION MOYENNE DOMESTIQUE :

$$Q_j^{moy} = C * P \dots\dots\dots m^3/j \text{ -----(2)}$$

Avec :

Q_j^{moy} : La consommation moyenne journalière.

C : La dotation journalière.

P : Nombre de la population futur ou actuel.

c) - TABLEAU DE CALCULS :

En a: $n = 2037 - 2012 = 25$ ans, $r = 2.5\% = 0,025$, $P_0 = 9950$ hab

$C_{actuel} = 200$ l/s, $C_{futur} = 180$ l/s

L'application de la formule (1) et (2) précédente nous donne les résultats représentés dans le tableau ci-dessous :

Horizon	P_0 (ha)	C (l/s)	Q_j^{moy} (m^3/j)
2012	9568	200	1913,60
2037	17738	180	3192,84

IV-1-1-2- BESOINS SANITAIRES:

On entend par besoins sanitaires, les quantités d'eau nécessaires pour le lavage des cours des baignoires, des douches, des WC (water-closet) et des éviers... etc.

$$Q_j^{moy} = \text{nombre} * \text{dotation}$$

Horizon	Type de consommation	Nombre de malade	Dotation	Q_j^{moy} (m^3/J)
2037	• 2 Centre de santé	160 soins/J	100 l/J .lits	16 m^3/J
	• 1 salle de soins	50 soins/J	10 l/J.mal	0,5 m^3/J

$$\Sigma Q_j^{moy} = 16,5 m^3/J$$

IV-1-1-3- BESOINS SCOLAIRES :

On entend par besoins scolaires, les quantités d'eau demandées par les écoles primaires, moyennes et secondaires, privées ou publics, les centres de formation ... etc.

$$Q_j^{moy} = \text{nombre} * \text{dotation}$$

Horizon	Type de consommation	Nombre d'élèves	Dotation (l/J. d'élèves)	Q_j^{moy} (m^3/J)
2037	• 04 écoles	1570	10	15,70
	• 01 CEM	1013	20	20,26

$$\Sigma Q_j^{moy} = 35,96 m^3/J$$

IV-1-1-4- BESOINS ADMINISTRATIFS :

$$Q_j^{moy} = \text{nombre} * \text{dotation}$$

Horizon	Type de consommateur	Nombre d'employés	Dotation l/J.emp	Q_j^{moy} (m^3/J)
2037	• 01 APC	20	15	0,30
	• 01 état civil	10	15	0,15
	• PTT	10	15	0,15
	• Garde communal	20	15	0,30
	• Equipement APC	20	15	0,30
	• 01 Gendarmerie	20	15	0,30
	• Siege des impôts	20	15	0,30

$$\Sigma Q_j^{moy} = 01,8 m^3/J$$

IV-1-1-5- BESOINS SOCIO-CULTURES:

$$Q_j^{moy} = \text{nombre} * \text{dotation}$$

Horizon	Type de consommation	Nombre	Dotation	Q_j^{moy} (m^3/J)
2037	• 01 centre culturel	300	05 l/j.m ²	01,5
	• 02mosquée	1000 fidèles	10 l/j.fidèle	10,0
	• Maison de jeune	200	05 l/j	01,0
	• 01 Salle des fêtes			01,5
	• Un stade			01,0
	• 01aire de jeux			01,0
	• 2 cimetières			01,0

$$\sum Q_j^{moy} = 17 m^3/J$$

IV-1-1-6- BESOINS COMMERCIAUX :

$$Q_j^{moy} = \text{nombre} * \text{dotation}$$

Horizon	Type de consommation	Superficie (m ²)	Dotation	Q_j^{moy} (m^3/J)
037	• 01 MARCHÉS HEBDOMADAIRES	1000	05 l/J.m ²	05,00
	• MARCHÉ COUVERT	500	05 l/J.m ²	02,50
	• PARPINEUSE	200	10 l/J.m ²	02,00
	• UNITÉ ENADITEX			
	• SEMPAC	900	10 l/J.m ²	09,00
	• EDIPAL	200	05 l/J.m ²	01,00
	• EDIMCO	200	05 l/J.m ²	01,00
	• DÉPÔT AGRAIRE	200	05 l/J.m ²	01,00
	• UFAGLO	170	05 l/J.m ²	00,85
		160	05 l/J.m ²	00,80

$$\sum Q_j^{moy} = 23,15 m^3/J$$

IV-1-1-7- RECAPITULATIF DES BESOINS EN EAU DES DIFFERENTS USAGES HORIZON 2037:

Les besoins en eau calculés doivent être majorés pour tenir compte du gaspillage, des phénomènes de vieillissement du réseau et des accidents qui entraînent souvent des pertes d'eau cette majoration est estimée à 20%.

Désignation	Consommation m^3/J	Moye ration a 20%	Débit total journalier m^3/J
Domestique	3192,84	638,56	3831,40
Sanitaire	16,50	03,30	19,80
Scolaire	35,96	07,19	43,15
Socioculturel	17,00	03,40	20,40
Administratif	01,80	00,36	02,16
Commercial	23,15	04,63	27,78

$$\sum Q_j^{moy} = 3944,69 m^3/J$$

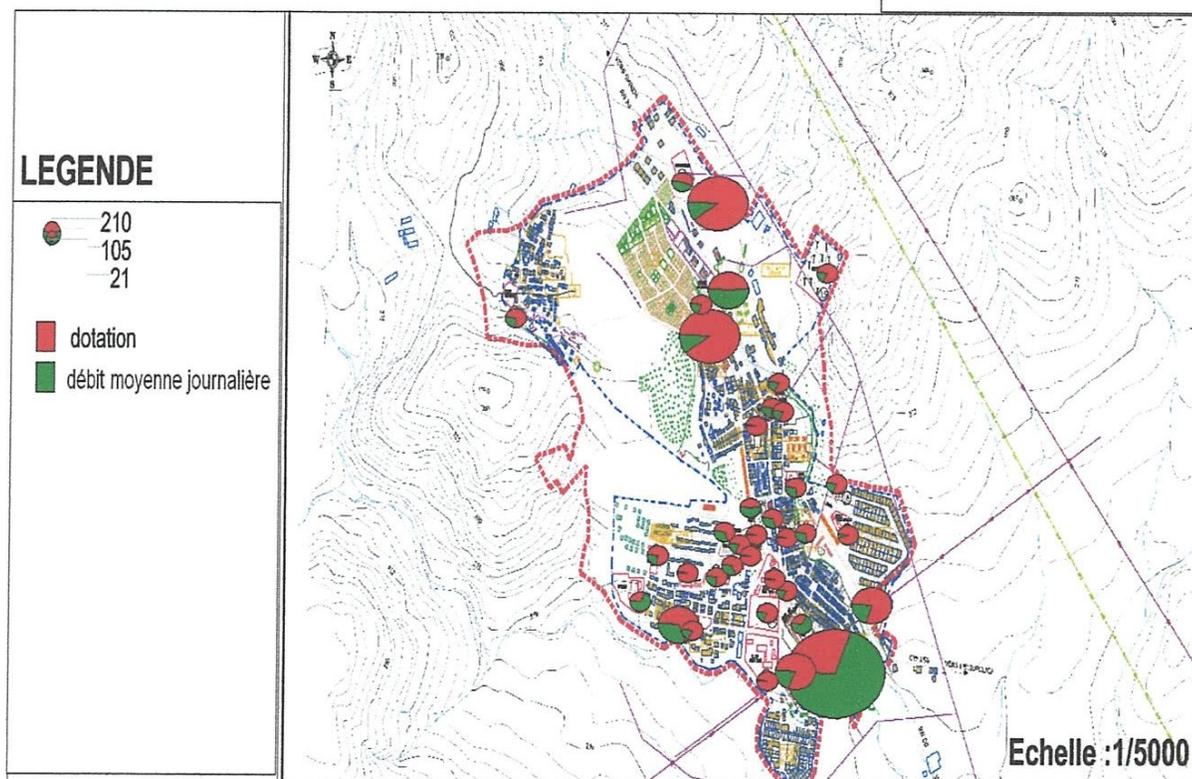


Figure IV-2: carte thématique des débits moyens et des dotations journalières de la zone d'étude (voire l'annexe N°2)

IV-2- LE RÉSEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE :

A partir du forage TOUTOU d'un débit de 100 l/s situé au Nord de chef lieu EL FEDJOUJ l'eau est refoulée dans une conduite de diamètre 300mm en a/ciment vers le réservoir existant de AIN RIHANA puis à partir de ce réservoir sortent deux conduites gravitaires de diamètres $\varnothing = 110\text{mm}$ en PVC et $\varnothing = 300\text{mm}$ en a/ciment alimentant le réservoir existant de l'agglomération d'un volume de 300m^3 , à partir de ce dernier sort une autre conduite de diamètre 110mm en PVC gravitaire vers un autre réservoir existant de volume 300m^3 . On matière de stockage l'agglomération d'EL FEDJOUJ dispose de deux réservoirs $V_1 = 300\text{m}^3$ et $V_2 = 300\text{m}^3$, pour AIN RIHANA, il existe un réservoir d'un volume de 30m^3 et un autre réservoir à ciel ouvert en court de réalisation d'un volume de 500m^3 . A partir du forage situé au Nord de AIN RIHANA, il existe une autre conduite d'adduction de diamètre $\varnothing = 150\text{mm}$ en acier qui alimente le réservoir de la localité mais cette conduite est actuellement en arrêt.

Après le stockage de ces eaux, la distribution se fait gravitaire vers les habitants dans un réseau maillé et ramifié de différents diamètres variant entre 100mm en PVC et 40mm en PVC, mais ce réseau est sous dimensionné (manque de pression). Le lotissement 2 (cité frère Belguerbi) et le regroupement (Mefteh) sont alimentés directement par le forage Oualdja d'un débit de $Q = 3\text{ l/s}$. Le réseau est en mauvais état (réseau ancien). L'intégration des données du réseau d'alimentation en eau potable dans le logiciel SIG nous permis d'avoir en plus de la carte (figure IV-3), de stocker les différents données du réseau dans un base de donnée et de les actualisés en cas de besoins et réaliser des calculs statistiques .

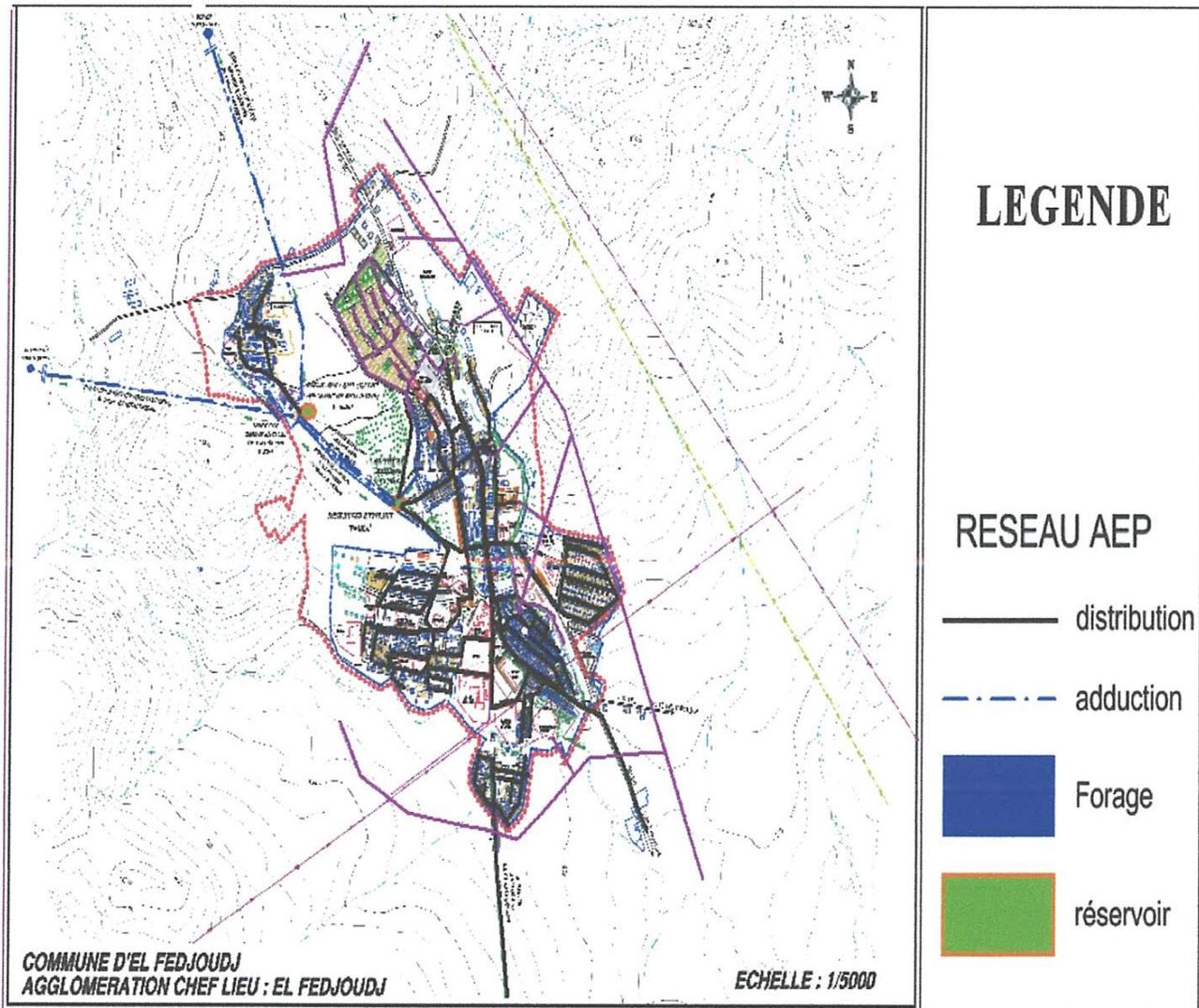


Figure IV-3: carte thématique de réseau d'alimentation en eau potable de la zone d'étude (voire l'annexe N°3)

IV-3-RÉALISATION D'UN MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN (M.N.T) :

Les courbes de niveaux consistent à joindre les points d'égaies altitudes. Ces courbes ont été obtenues par la numérisation de la carte topographique feuille d'EL Fedjoudj 1/5000 a l'aide du logiciel MapInfo 6,5.

Les courbes de niveaux sont la manière la plus facile et la plus répondeue pour représenter le relief. Elles permettent l'établissement du MNT (Modèle Numérique de Terrain) et un produit dérivé en occurrence :

Dans notre cas, l'acquisition des points est réalisée par la numérisation de courbes de niveaux à partir d'une carte topographique d'El Fedjoudj à une échelle de 1/5000. Après interpolation des points d'égaies altitudes, on obtenus la couche des courbes de niveaux représentée au (Figure IV-4)

D'après la (figure IV-5) on peut constater que notre zone d'étude est caractérisée par quatre classes d'altitudes qui sont :

- **Classe 1** : 209.99m et 278.11m ;
- **Classe 2** : 278.11m et 301.25m ;
- **Classe 3** : 301.25 m et 324.99m ;
- **Classe 4** : 324,99 m et 360 m ;

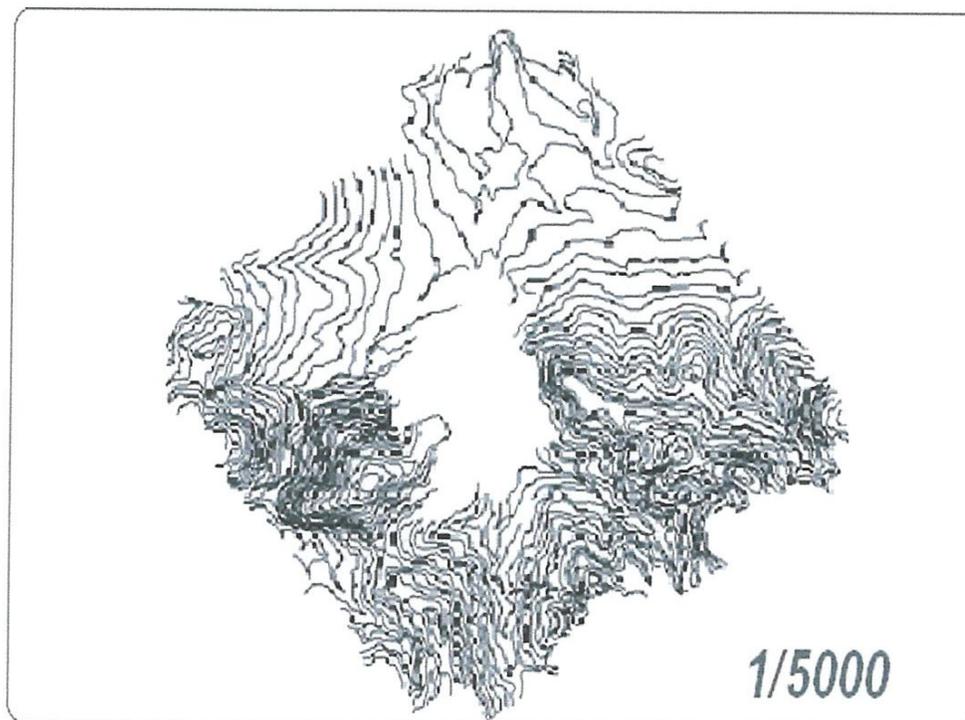


Figure IV-4 : les courbes de niveau de la nappe d'étude

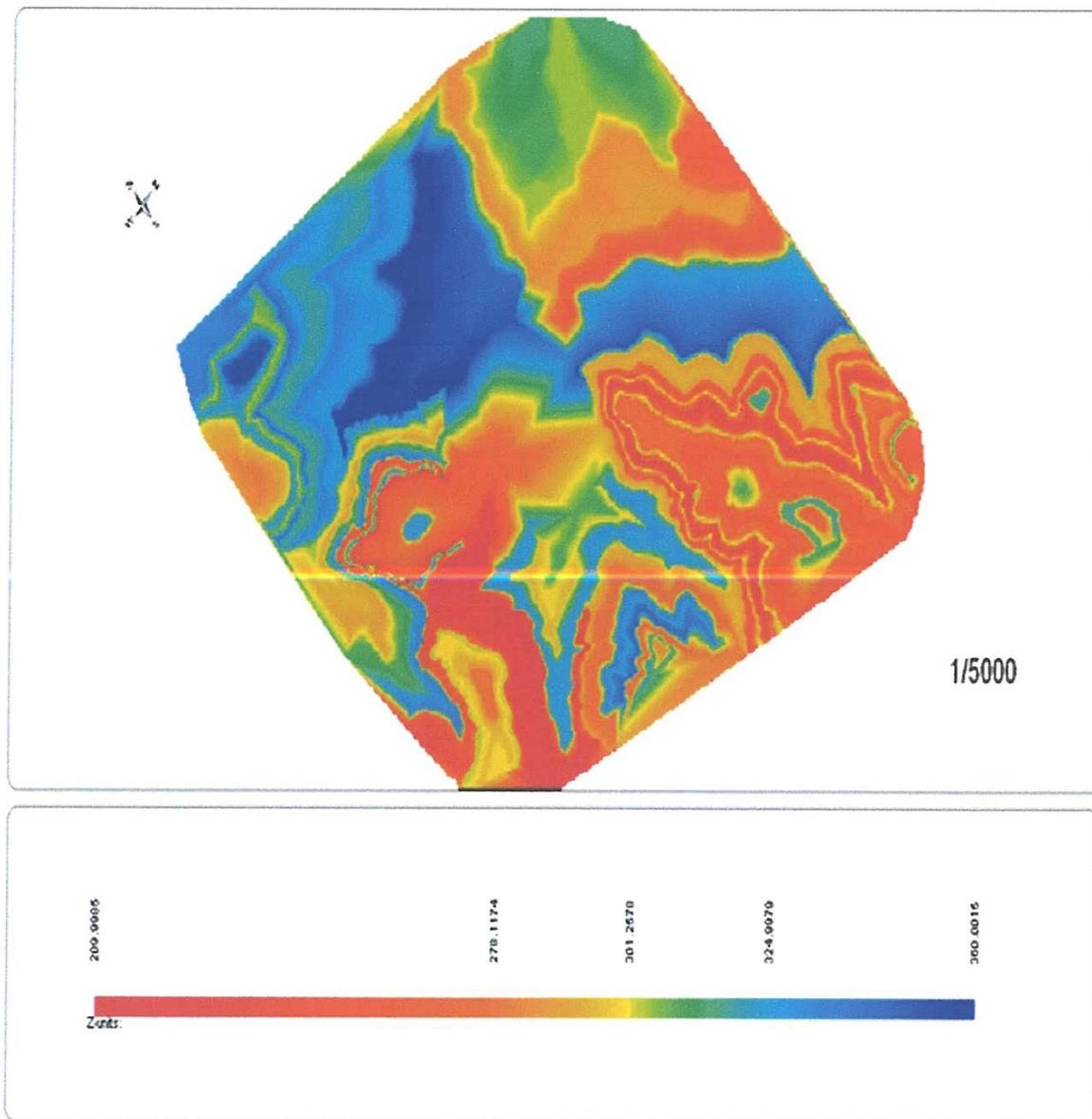


Figure IV-5 : carte hypsométrique de la zone d'étude.

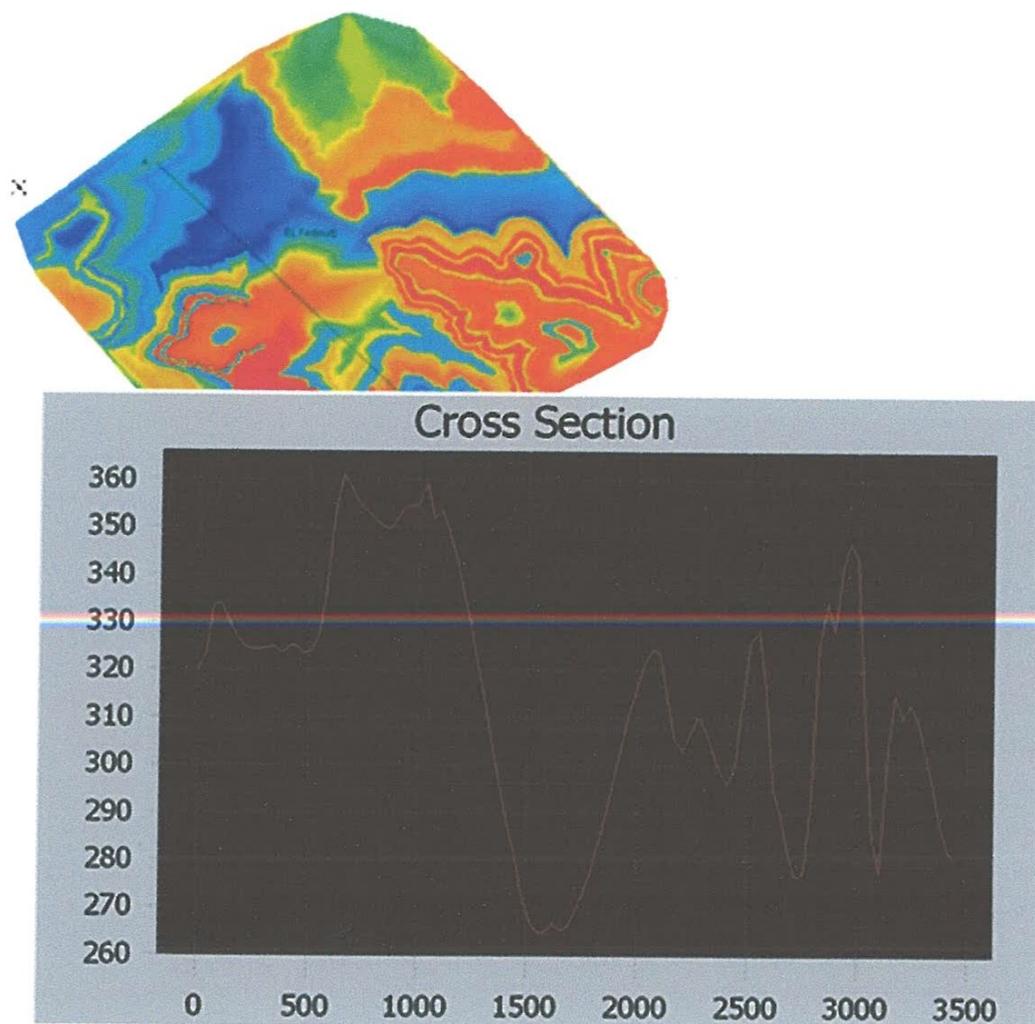


Figure IV-6 : profil topographique Nord-Sud

IV-3-1- INTERPOLATION PAR TRIANGULATION IRRÉGULIÈRE (TIN):

La triangulation de Delaunay est appliquée pour construire des grilles avec des données qui ne nécessitent pas de moyennes locales. Les MNT sont de bons exemples.

La triangulation irrégulière utilise un réseau de triangles aussi équilatéraux que possible qui vont connecter les points du lot de données. Cette triangulation est appelée triangulation de Delaunay.

Cette solution est très utile pour travailler sur des lots de données de répartition spatiale quelconque où l'on souhaite faire participer chaque information à la constitution du

résultat. Cette triangulation est produite par un procédé qui connecte tous les points originaux par un réseau de triangles réguliers, aussi équilatéraux que possible.

C'est la règle de Delaunay qui fixe que chaque triangle formé définit un cercle circonscrit qui ne contient aucun autre sommet de triangle (Figure IV-7).

Une expression polynomiale lisse alors la surface suivant les X et Y lisse alors pour chaque face de triangle (option «5th ordre Solution») afin de déterminer la valeur de chaque facette du grille. L'autre option « Linéaire Solution », calcule l'attribut de chaque point de chaque face en résolvant l'équation linéaire du plan.

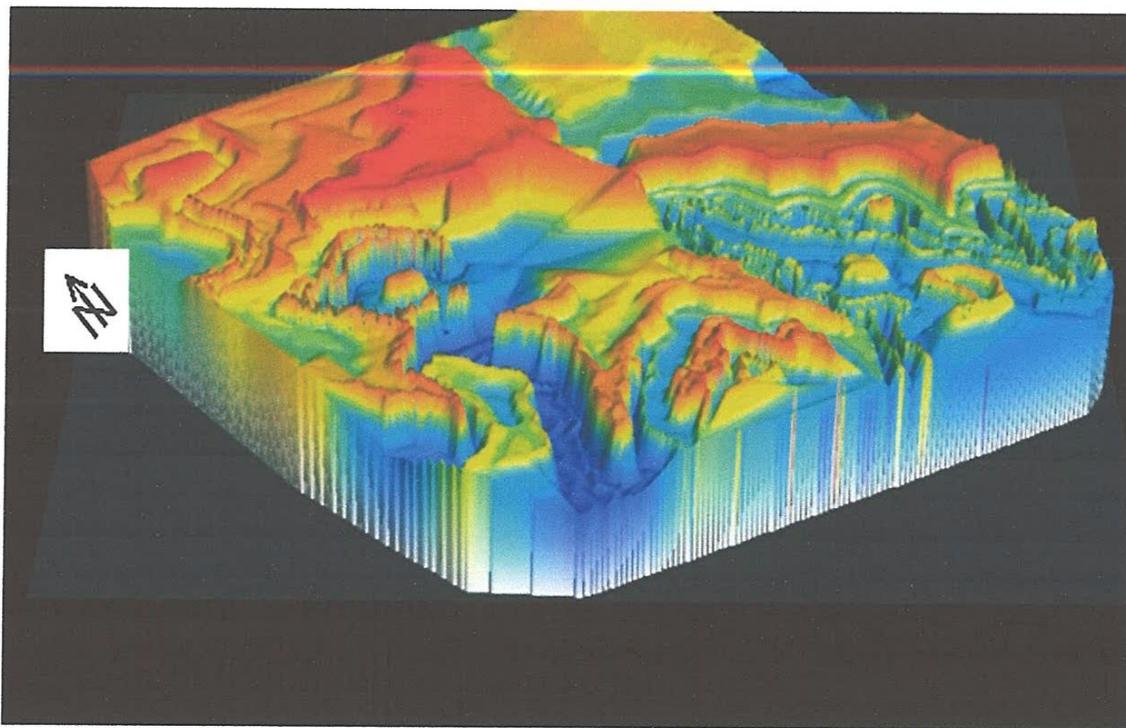


Figure IV-7 : Réalisation de MNT Par la méthode de triangulation irrégulière (TIN)

IV-3-2- INTERPOLATION INVERSEMENT PROPORTIONNELLE À LA DISTANCE (INVERSE DISTANCE WEIGHTING):

Cette technique associe à chaque nœud de la grille une valeur qui est calculée par moyenne pondérée (ou non) des valeurs des points qui se trouvent à proximité du nœud. Cette

pondération est linéairement inverse à la distance de chaque point et du nœud considéré. (Figure IV-8).

Cette technique est contrôlée par un certain nombre de paramètres, qui vont influencer le résultat.

- ❖ Rayon de recherche : Ce paramètre définit la taille du rayon de recherche autour de chaque nœud de la grille à l'intérieur duquel les points seront sélectionnés et inclus dans le calcul d'interpolation.
- ❖ Rayon d'affichage : définit la distance autour du lot de données où la grille va être calculée.
- ❖ Minimum et Maximum de points : définit le nombre min. ou max. de points à prendre en compte pour calculer l'interpolation.

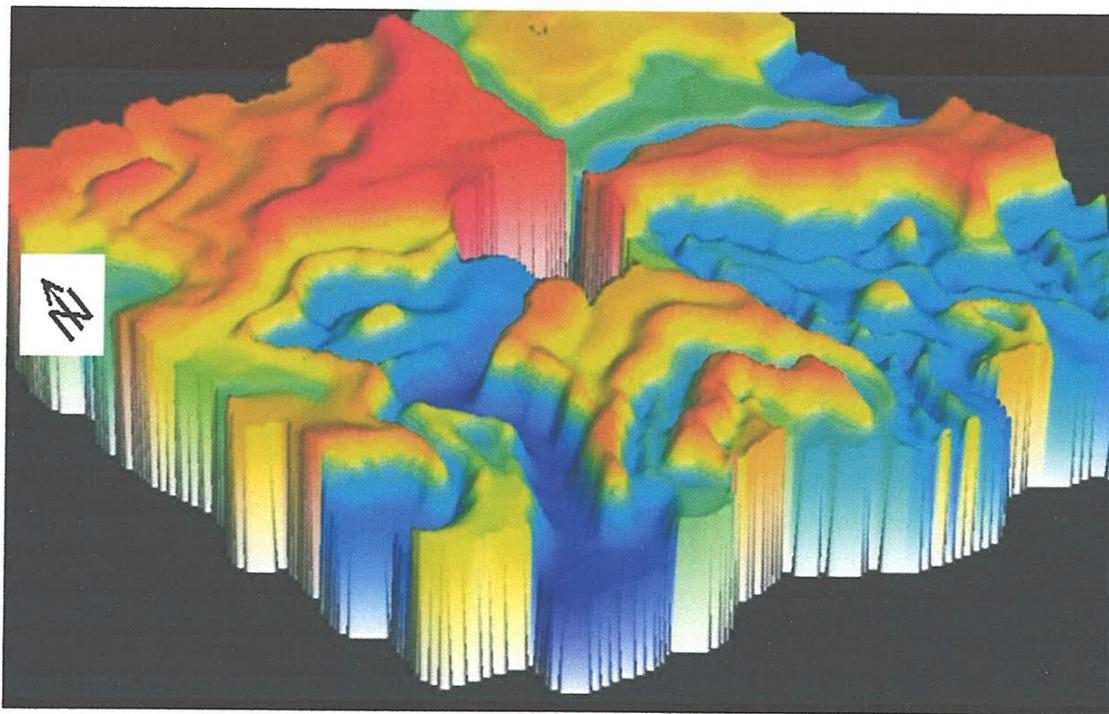
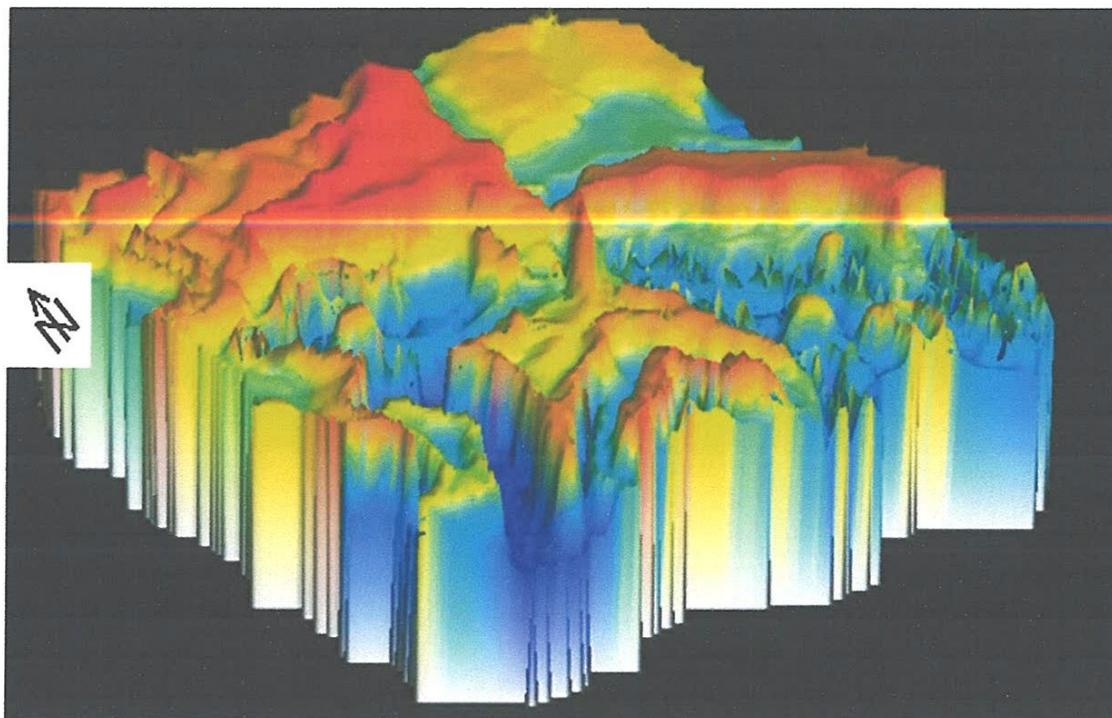


Figure IV-8 : Réalisation du MNT Par la méthode d'Interpolation inversement proportionnelle à la distance (Inverse Distance Weighting)

IV-3-3- INTERPOLATION BILINEAIRE (RECTANGULAIRE INTERPOLATION):

Cette technique associe un cercle à chaque nœud de la grille. Ce cercle est divisé en 4 quadrants, à l'intérieur desquels le point le plus proche est sélectionné. Ces points sélectionnés vont servir à affecter une valeur au nœud de la grille (Figure IV-9). Cette méthode est utilisée quand la distribution spatiale des points à interpoler est régulière et où la valeur de chacun d'entre eux n'est pas à prendre en compte. (Changement du pas d'un MNT par exemple.)



*Figure IV-9 : Réalisation de MNT Par la méthode Interpolation Bilineaire
(Rectangulaire interpolation)*

L'examen du modèle numérique de terrain, réalisé par différentes méthodes d'interpolation, montre une diminution de la cote en se dirigeant vers la Sud, ce qui va influencer sans doute les écoulements dans la direction Sud –Nord.

CONCLUSION :

L'Utilisation d'un logiciel SIG nous a permis de la réalisation d'un modèle numérique de terrain indiquant une altitude qui diminue en se dirigeant du Nord au Sud ,d'où un écoulement dans la même direction. Le stockage des données facilitera la taches des utilisateurs pour la création d'une base de données qui englobe le réseau d'AEP de la commune et les besoins des différents secteurs. Les cartes thématiques peuvent aidés dans les opérations d'aménagements et de prévisions qui concernent la commune d'El Fedjoudj.

CONCLUSION GENERALE :

Notre étude a permis d'apporter des enseignements précieux sur l'utilisation des SIG dans le domaine de la gestion des eaux.

Ainsi les SIG apparaissent comme une interface entre les chercheurs et les acteurs. Ce sont des outils de représentation d'une réalité, de compréhension des phénomènes et des conditions dans lesquelles ils se réalisent. Ce sont aussi des outils de dialogue entre partenaires et de communication entre disciplines par un constant aller-retour entre observation-interprétation-hypothèse-validation.

La cartographie thématique est fortement simplifiée par l'outil géomatique : Les bases de données peuvent être modifiées à volonté et permettre ainsi aux utilisateurs potentiels de faire une considérable percée dans la modélisation grâce à la possibilité créée de visualiser indépendamment les effets et estimer l'importance de chacune des variables.

A l'issue de cette étude il y a lieu de souligner :

- Le modèle numérique de terrain indique que la topographie de la zone d'étude favorise un écoulement Nord Sud.
- Les données du réseau d'AEP stockés peuvent être actualisées en fonction de l'évolution du tissu urbain de la commune.
- Les besoins en eau calculés pour les différents secteurs nous ont permis de tracer des cartes thématiques ;
- La base de données peut être mise à jour en fonction de l'évolution de la population, de ces besoins en eau et des différents secteurs socio-économiques.

Le gain en temps qu'offre la géomatique en facilitant l'analyse de l'espace et en accélérant sa finalisation. Notre étude n'est qu'une approche pour l'étude de la gestion des eaux dans une commune, car une étude fiable nécessite un support cartographique adapté de point de vue échelle et géo référencement, ainsi que une enquête sur terrain portant sur un recensement fiable des effectifs et des besoins pour chaque secteur (scolaire, socio-économique...).

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

ANONYME 1993 :

Rapport inédit, agence nationale des ressources en eau

BARIL.D, PERRASS S, PESANT. A et BONN. F, 2001:

Gestion des ressources agricoles à l'aide d'un système d'information géographique : application à l'évaluation quantitative de l'érosion hydrique. Univ. Scherbrooke, pp73-76.

COLLET C. 1992 :

Système d'information géographique en mode image. Collection gérer l'environnement, Vol.7. Presses polytechniques et Université Romandes, 186p.

M.DIDIER. 1990 :

Utilité et valeur de l'information géographique. Ed. Economica, 255p.

D.DIDON. 1990:

Système d'information Géographique : Concepts, Fonctions, Application Laboratoire Commun de 1Télétection CEMAGREF, Montpellier.

GAY M. 1993 :

Gestion régionale sols et sensibilité à l'érosion : Mise en point d'une méthodologie basée sur les SIG. Laboratoire de Télétection et de Cartographie, Ecole Supérieure d'Agriculture de Pur pan (Toulouse), 33p.

M. Benmohamed Khaled Avril 2004 :

Cours d'initiation à l'outil SIG MapInfo.

H.Mouissa. (2005) :

Mise en œuvre d'un SIG pour l'aménagement d'une forêt, cas forêt Senlba Gharbi série XIV. 109 p, Thèse magistère, Ed. INA d'El Harrach, Alger.

RGPH (1987) :

Recensement général de la population ,1987.

RGPH (1998) :

Recensement général de la population ,1998.

RGPH (2007) :

Recensement général de la population ,2007.

ROUET M. 1991 :

Les données dans les systèmes d'information géographique. Ed Hermès, 278p.

PDAU 2007 :

Plan de développent et aménagement urbain de la wilaya de Guelma.

PORNONH. 1991 :

Les systèmes d'information géographique : Mise en œuvre et application. Ed. Hermès, 158p.

H.HAMMOUM ; R.BOUZIDA.2010 :

Pratique des SIG applications sous MapInfo ; 196p

LOGICIELS UTILISES :

MapInfo Professional Version 6.5 :

Copyright © 1985-2001 MapInfo Corporation. N° de série: 648. Release Build 19.Pays. vertical mapper version 2.3