

République Algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche  
scientifique

7/04

Ecole Nationale Polytechnique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

*Projet de Fin d'Etude  
en vue de l'obtention du diplôme  
d'ingénieur d'état en Génie Hydraulique*

### Thème

**Utilisation des systèmes d'information  
géographique dans le domaine de  
l'hydraulique agricole**

Cas du périmètre de L'Oued El Hachem Wilaya de Tipaza

Proposé et dirigé par :

S . BENZIADA

Réalisé par :

ABDULRAZZAK Iyad

Promotion 2004

# Dédicace

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

Je dédie ce modeste travail,

A...

Mon très cher père qui m'a toujours poussé vers l'avant,  
Ma tendre mère et grande mère 'mama aïcha qui ont toujours cru en moi,  
Mes chères tantes Nachida et sa petite famille, foufa la douce et Farida  
Mes chers oncles, Ahmed, Samir, Mohamed et leurs familles ;

Mes très chers frères,  
Nizar à qui je souhaite tout le bonheur avec sa femme Amina,  
Ali (la star) à qui je lui souhaite la réussite dans ces études,  
Abdellah (le timide), que je le félicite pour sa réussite en baccalauréat,  
et à mon adorable petit frère Mohamed à qui je souhaite tout le bonheur et la  
réussite,

A toute ma famille et à la mémoire de tout ceux qui sont décédés en IRAK,

A tous mes ami(e) s de polytech, citant : Abdelkarim (seven), Saïd (nekma),  
Mohamed (lekhchine),  
Hanan e (environnement), Farida, Sassa.....

A tous mes ami(e) s de l'INA, Sofiane (le serviable), Nabil, Salim, gava, Amine,  
Assis, Ourida, Soumeya, Nora, Maya.....

A mes intimes et mes meilleurs amis  
Amine.Bous (le malchanceux),  
Mohamed Imouloudéne (le salafi)  
et un spécial dédicace à Mohamed ATTABA et sa famille qui m'ont bien entouré.

A celle qui je respecte et je l'estime comme une sœur, la douce Asma, sans oublier  
son aide morale durant ces années, je lui souhaite de tout mon coeur le bonheur  
dans sa vie .

## REMERCIEMENTS

A TRAVERS CES QUELQUES LIGNES JE VOUDRAI EXPRIMER  
SINCÈREMENT MA GRATITUDE ET MES REMERCIEMENTS À TOUS  
CEUX QUI M'ONT PERMIS DE PRÈS OU DE LOIN DE PARVENIR À  
ACHEVER CE TRAVAIL.

J'AIMERAI TOUT D'ABORD TÉMOIGNER MA PROFONDE  
RECONNAISSANCE

À MON PROMOTEUR MR. S.BENZIADA, POUR TOUT LE SOUTIEN ET  
LA FACILITÉ QU'IL M'A APPORTÉS AFIN QUE MON PROJET S'ACHÈVE  
DANS LES MEILLEURES CONDITIONS POSSIBLES

MES VIFS REMERCIEMENTS ET RECONNAISSANCE À TOUS MES  
ENSEIGNANTS SANS LESQUELS JE N'AURAI PAS PU EFFECTUER CE  
MODESTE TRAVAIL.

JE TIENS ÉGALEMENT À REMERCIER :

MR M. ABDEDDOU LE SOUS-DIRECTEUR DE L'INC, QU'IL M'A  
VRAIMENT AIDER ;

TOUT LE PERSONNEL DE LA DHW DE TIPAZA ; EN PARTICULIER ;

MR. BOUZIANE LE CHEF DE SERVICE DE LA DHW.

JE NE SAURAI TERMINER SANS REMERCIER VIVEMENT MA  
PRÉSIDENTE ET MES MEMBRES DU JURY POUR AVOIR EXPERTISÉ  
MON TRAVAIL ET M'AVOIR HONORÉ PAR LEUR PRÉSENCE.

## ABSTRACT

In this work, we used one of the best capacities which offers a SIG to us, it is the space analysis. We illustrated this capacity by the determination of the zones suited to the irrigation after a study of the relation ground-slope of perimeter Oued El Hachem.

Keywords:

Irrigation, GIS, space analysis, the slope, ground, MED.

## RESUME

Dans ce travail, nous avons utilisé l'une des meilleures capacités que nous offre un SIG qui est l'analyse spatiale. Nous avons illustré cette capacité par la détermination des zones apte à l'irrigation après une étude de la relation sol-pente dans le cas du périmètre de l'oued Hachem.

Mots clés :

Irrigation, SIG, analyse spatiale, pente, le sol, MNT.

**المخلص:**  
في هذه الدراسة قمنا باستعمال واحدة من أهم موائد النظم الرقمية للمعلومات الجغرافية وهي التحليل الفضائي، ويظهر ذلك في تحديد المناطق الملائمة للسقي بعد دراسة العلاقة بين التربة والميل الكلمات المفتاحية:  
السقي، النظم الرقمي للمعلومات الجغرافية، التحليل الفضائي، الميل، التربة، الـ MNT.

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE 1 : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE 1 : LES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE.....</b>	<b>4</b>
1. Quelques définitions.....	5
2. La vocation d'un SIG.....	6
3. Quelques domaines d'application des SIG.....	7
4. Les avantages et les contraintes des SIG.....	8
5. Les Principales Composantes d'un SIG.....	8
6. Les principales fonctions des logiciels SIG.....	9
7. Les modèles de données .....	9
7.1. Le mode vecteur.....	9
7.2. Mode raster.....	9
7.3. Images Satellitales et photographie aérienne.....	10
7.4. Données Cartographiées au GPS.....	10
7.5. Concept de modèle numérique de terrain (MNT).....	10
7.5.1. Informations dérivées.....	11
7.5.2. Mode de construction d'un MNT .....	11
a. Les MNT calculés à partir des courbes de niveau.....	11
b. Les MNT stéréoscopiques.....	13
c. Les MNT interférométriques .....	13
<b>CHAPITRE 2 Utilisation des systèmes d'information géographique dans le domaine de l'hydraulique agricole.....</b>	<b>14</b>
1. Gestion d'un périmètre l'irrigation avec l'outil SIG et les images satellitaires.....	15
1.1. Gestion d'un périmètre l'irrigation avec l'outil SIG.....	15
1.1.1. Les infrastructures physiques .....	16
1.1.2. Les ressources en eau d'irrigation.....	17
1.1.3. Données climatologiques, pédologiques et culturelles.....	18
1.1.4. Utilisation et occupation du sol.....	19
1.2. Gestion d'un périmètre d'irrigation avec les images satellitaires.....	20
1.2.1. Les apports de l'imagerie Spot.....	20
1.2.2. L'intérêt des archives d'images satellitaires.....	20
1.2.3. Etablir des cartes de salinité.....	20

1.2.4. L'intérêt de l'utilisation des images Spot dans les suivis des occupations des sols.....	21
2. Etude d'un périmètre d'irrigation avec l'outil SIG.....	21
<b>PARTIE 2 : APPLICATION.....</b>	<b>23</b>
<b>CHAPITRE 3 : APPLICATION DES OUTILS PRESENTES AU CAS DU PERIMETRE DE L'OUED EL HACHEM.....</b>	<b>24</b>
<b>1. PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE.....</b>	<b>25</b>
1.1. Localisation.....	25
1.2. Géomorphologie de la zone.....	25
1.3. Climatologie .....	25
1.3.1. Précipitations.....	25
1.3.2. Températures.....	27
1.3.3. Evapotranspiration potentielle.....	27
1.3.4. Autres facteurs climatiques .....	27
<b>2. RESSOURCES EN EAU.....</b>	<b>28</b>
2.1. Ressources en eaux souterraines .....	28
2.2. Ressources en eau superficielle.....	28
2.2.1. Présentation générale du barrage de Boukourdane.....	28
2.2.2 Allocation des eaux préconisées et schéma régional.....	29
<b>3. QUALITE DES EAUX D'IRRIGATION.....</b>	<b>30</b>
<b>4. L'ETUDE PEDOLOGIQUE .....</b>	<b>32</b>
4.1. Les sols minéraux bruts.....	32
4.2. Les sols peu évalués alluviaux .....	32
4.3. Les vertisols .....	33

4.4. Les sols calcimagnésique .....	33
4.4.1. Les sols bruns calcaires.....	33
4.4.2. Les sols bruns calciques.....	33
4.5. Les sols fersiallitiques.....	33
4.6. Les sols hydromorphes .....	34
<b>5. MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>35</b>
5.1. Exploitation des données géographiques et descriptives.....	35
5.1.1. La récolte des données.....	35
5.1.2. Matériel et logiciels .....	35
a. Le logiciel MapInfo 6.5.....	36
b. Le logiciel TRANSF 2.6.....	37
c. Le logiciel Vertical Mapper 2.1 .....	41
5.1.3. Documents utilisés.....	42
5.1.4. La scannérisation.....	42
5.1.5. La digitalisation .....	43
5.1.6. L’alphanumérisation .....	43
5.1.7. Organisation de la base des données .....	43
5.2. Extraction des différentes couches d’information.....	44
<b>6. TRAITEMENT DES DONNEES ET RESULTATS .....</b>	<b>52</b>
6.1. Elaboration d’une carte des sols et d’une carte des pentes de la zone d’étude à partir du MNT .....	52
6.2. L’élaboration de la carte des aptitudes à l’irrigation.....	55
6.3. Quantification des besoins en eau .....	56
6.3.1. Calcul des besoins en eau des cultures .....	56
6.3.2. Calcul des besoins en eau du périmètre (BEP).....	58
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>59</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>61</b>
ANNEXE 1.....	63
ANNEXE 2 .....	72

## Introduction

L'irrigation représente un facteur essentiel du développement agricole. Compte tenu de la place qu'occupe l'agriculture et du poids de la facture alimentaire dans notre pays, la recherche des terres aptes à l'irrigation, des eaux nécessaires à cette opération et leur meilleure gestion restera une préoccupation constante des services techniques. De ce fait, les gestionnaires ont besoin de disposer d'informations actuelles et fiables, notamment sur le sol, l'eau, la plante et le climat. Ces études nécessitent une approche multidisciplinaire, faisant intervenir la topographie, la pédologie, la géologie, la géomorphologie, l'agronomie, l'écologie, l'économie, etc.

La diversité et la quantité des données nécessaires imposent de les organiser en un système approprié pour assurer leur gestion et leur traitement. Face à la multiplication des moyens de collecte de données, qui génèrent des volumes de données de plus en plus importants, les méthodes classiques de gestion deviennent inadaptées. De nouvelles méthodes reposant sur la technologie des systèmes d'information géographique (SIG) s'avèrent particulièrement bien adaptées aux problèmes de l'irrigation puisqu'elles consistent notamment en :

- La prise en compte de données multiples ;
- La mise en évidence des relations existantes entre les différentes données ;
- La détermination des conséquences des différentes opérations

d'aménagement.

Les principales opérations que subiront les données spatiales relatives à la thématique d'étude sont de type « analyse spatiale ». Ainsi, les SIG seront exploités pour les capacités d'organisation des données qu'ils offrent dans la perspective de leur traitement, de leur visualisation et de représentation.

L'origine des Système d'information géographique remonte au début de développement de la cartographie. Il s'agirait de la deuxième moitié du 18<sup>ème</sup> siècle époque à laquelle apparaissent les premières cartes à grande précision [1].

Le terme **SIG** qui signifie « Système d'information géographique » est la traduction de l'acronyme anglais GIS, qui signifie à la fois « Geographic Information Systems » et « Geographic Information Science ».

**S. Système** : Un système (informatique) est une « Combinaison d'éléments réunis de manière à formée 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 ».

## 1. Quelques définitions [1], [2], [3]

Malgré les nombreuses définitions du mot SIG, il n'existe malheureusement pas encore une claire et précise et communément admise pour l'ensemble des chercheurs du monde de système d'information géographique. Néanmoins, nous allons données quelques définition que divers auteurs et organisme en donnent et qui sont assez voisines.

- Pour **Ozemoy et al, (1981)** : Un ensemble de procédures informatisées qui offre aux professionnels des fonctions adaptées pour le stockage, l'extraction, le traitement et l'affichage **des données à référence spatiale**.
- Pour **Burrough (1986)** : Un ensemble puissant d'outils pour saisir, conserver, extraire, transmettre et afficher les données spatiales décrivant **le monde réel**.
- Pour la **CFCICN (1988)** : Système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçus pour permettre la collecte la gestion, la manipulation.

l'analyse, la modélisation et l'affichage des données à référence spatiale à fin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion.

- Pour **Koshkariov et al, (1989)** : Un système doté de fonctions de **modélisation spatiale** puissantes.
- Pour **Aronoff, (1989)** : Un ensemble de procédures utilisées pour conserver et traiter de l'information à **référence géographique**.

On peut dire en résumé qu'un SIG peut désigner un ensemble complet de composantes permettant les traitements informatiques de l'information géoréférencée.

En plus simple, le système d'information géographique (SIG) est un ensemble de **données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire des synthèses utiles à la décision<sup>1</sup>**.

## **2. La vocation d'un SIG [1],[5]**

Rassembler au sein d'un outil informatique des données diverses, localisées dans le même espace géographique, relatives à la terre et à l'homme, à leurs interactions et à leurs évolutions respectives, la finalité d'un SIG est l'aide à la décision.

L'information géographique est :

- \* **Géométrique ou graphique** : qui est le contour de l'objet localisé géographiquement.
- \* **Sémantique ou descriptives** : donne une description dans différents champs et attributs.

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

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

---

<sup>1</sup> M. Didier, Etude du CNIG, 1990.

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

### **3. Quelques domaines d'application des SIG [5],[7]**

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

**Ressources naturelles:** protection des zones humides, études d'impact environnemental, évaluation du potentiel panoramique, gestion des produits dangereux, modélisation des eaux souterraines et dépistage des contaminants, études des habitats fauniques et des migrations, recherche du potentiel minier, etc.

**Réseaux urbains:** localisation à partir des adresses civiques, planification des transports, développement de plan d'évacuation, sélection de sites, planification et distribution des flux de véhicules, localisation des accidents, sélection d'itinéraires, etc.

**Administration municipale:** gestion du cadastre, zonage, évaluation foncière, gestion de la qualité des eaux, entretien des infrastructures, études d'impact environnemental, schémas d'aménagement, etc.

**Gestion des installations:** localisation des câbles et tuyaux souterrains, rééquilibrage des réseaux électriques, planification et entretien des installations, localisation des dépenses énergétiques, etc.

**Commerce:** analyse de la structure des marchés, planification des développements et ciblage des clientèles visées, analyse de la concurrence et des tendances des marchés, etc.

**Santé:** épidémiologie, répartition et évolution des maladies et des décès, distribution des services sociaux-sanitaires, plans d'urgence

**Protection de l'environnement:** étude des changements globaux, suivi des changements climatiques, biologiques, morphologiques, océaniques, etc.

#### **4. Les avantages et les contraintes des SIG [2],[4]**

Malgré leurs nombreux avantages, les SIG présentent quelques contraintes :

##### **Les avantages des SIG**

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

##### **Les contraintes des SIG**

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

#### **5. Les Principales Composantes d'un SIG [4]**

Un SIG comporte au moins sept composantes :

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

## **6. Les principales fonctions des logiciels SIG [5]**

Les fonctions d'un SIG peuvent être exprimées comme suit :

**Acquisition** : Images satellites, Digitalisation, Scannage, Saisie au clavier (Manuelle)  
Importation.

**Restitution** : Ecrans, Graphiques, Tables, Images, Cartes, Fichiers.

**Gestion** : Structuration, Contrôle de cohérence, Mise à jour.

**Traitement** : Transformation, Calculs, Requêtes, Opérateurs spatiales

**Manéplulation** : Transformation, Agrégation, Généralisation, Restructuration,  
Extraction.

## **7. Les modèles de données**

### **7.1. Le mode vecteur [1] ,[4],[7]**

Le mode vectoriel utilise les concepts géométriques de **points**, de **lignes** et de **polygones** pour représenter les **entités** (naturelles ou anthropiques) distribuées sur le territoire. Chaque entité est représentée par un **objet** localisé dans un **système de coordonnées**. Cet objet est relié avec un **tableau d'attributs** qui contient les **valeurs thématiques** décrivant l'entité représentée. On obtient un fichier vecteur par mesures sur le terrain (levés topographiques), par restitution photogrammétrique de clichés aériens, par digitalisation sur table dédiée de plans papier, ou par vectorisation d'un fichier raster.

### **7.2. Mode raster [7],[8]**

Le format RASTER utilise une description matricielle de l'espace géographique. La matrice est une image chaque **élément de l'image** ou **pixel** (Picture element) contient un niveau donné qui représente une thématique.

Ces images sont issues de scanner ou d'images aériennes ou satellitaires.

Le mode RASTER, dit aussi modèle maillé ou trame, grille régulière remplissant l'espace. On obtient un fichier raster par scannage de documents papier (plans, photos..) ou par prise de vues en mode numérique.

### **7.3. Images Satellitales et photographie aérienne [9],[13],[14]**

Les images satellitales sont des données privilégiées pour la cartographie des milieux naturels. Elles présentent l'avantage de l'exhaustivité spatiale, En effet la zone d'étude est décrite en chaque point (pixel) .Par rapport au phot aériennes,

La résolution ( modeste ) des satellites ( 10m 20m 30 m ) en limite l'utilisation pour des cartographies précises \_ milieu Urbain\_.

Toute fois cette situation est amenée a évoluée avec l'arrivée de nouvelle génération de satellite à haute résolution (2,5 m et 1 m).

### **7.4. Données Cartographiées au GPS**

Les systèmes GPS et DGPS ont apportés un grand progrès pour la localisation précise et automatique de données de terrain. Les cartes de rendement acquises dans le cadre de l'agriculture de précision sont par exemple localisées à point grâce à ce système.

### **7.5. Concept de modèle numérique de terrain (MNT) [8],[9],[23]**

Un modèle numérique de terrain (MNT), modèle numérique d'altitude (MNA) ou **Digital Elevation Model** est une représentation numérique d'une surface continue.

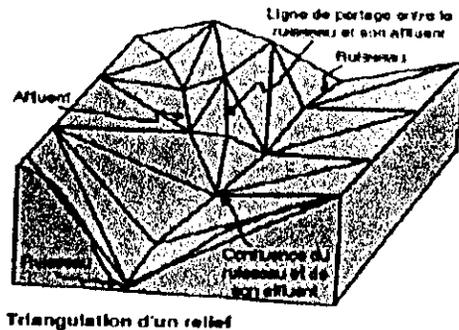
Dans la majorité des cas, appliquée à l'élévation Géobases (le plus souvent matricielles) à structure adaptée pour analyser des caractères structurels du terrain:

- Pente,
- Orientation de la pente,
- Lignes de force du relief,
- Ombres portées,
- Chenaux de drainage,
- Limites des bassins-versants,
- Aires de visibilité, etc.

Dans la plupart des cas, on a d'abord un réseau de points de mesure, pouvant résulter d'un échantillonnage (aléatoire ou non) ou d'une structure pré-établie.

À partir de ce réseau de points, ou souvent à partir d'isolignes déjà construites, on construit une modélisation de la surface continue.

On procède à une estimation spatiale: interpolation spatiale.



Le modèle numérique de terrain fournit une information altimétrique, c'est une représentation numérique simplifiée de la surface du territoire, intégrée dans le SIG cette information joue un rôle très important dans les méthodes d'analyse spatiale en particulier pour la prise en compte de la morphologie du terrain.

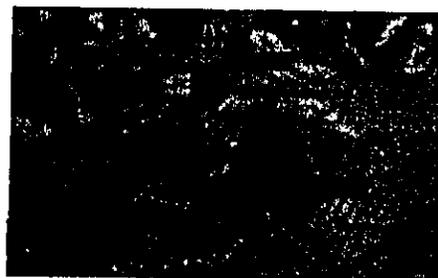
Il existe de nombreuses représentations possibles des surfaces sous forme de MNT sans les SIG, les deux formes essentielles recouvrent le mode Raster et le mode Vecteur.

#### 7.5.1. Informations dérivées :

A partir de l'information altimétrique du MNT des cartes dites dérivées vont pouvoir être calculées, en particulier dans un objectif d'analyse morphologique du milieu : Carte des pentes, des orientation, d'ensoleillement, d'intervisibilité, bassins versants, profils en long et en travers, coupes de terrain ...



Le MNT affiché avec ombrage



le MNT en vue 3D « mode fil de fer »

## 7.5.2. Mode de construction d'un MNT

### a. Les MNT calculés à partir des courbes de niveau

#### Phase 1 : constitution d'un « semi de points »

Les courbes de niveaux sont caractérisées par une équidistance, de l'échelle de la carte et du relief, c'est pourquoi il est important, lors de la constitution du semis de point de choisir les points caractéristiques du relief et d'ajouter les points levés sur la carte. Il faut dans un premier temps relever les altitudes puis ajouter les points remarquables.

#### Phase 2 : méthodes d'interpolation

L'altitude de chaque nœud est calculée à partir des points connus par diverses méthodes ou « interpolateurs ». L'interpolation est l'estimation de la variation continue d'un phénomène à partir d'un échantillon discret. La valeur exacte dans chaque nœud dépend de la pertinence du semis de points et de la méthode d'interpolation choisie.

- Distance inverse : elle consiste à estimer les valeurs des nœuds de la grille à l'aide d'un modèle linéaire pondéré. Cette méthode suppose que la valeur du point pondéré est égale à la moyenne (pondérée ou non) de ses voisins. Les poids sont inversement proportionnels à la distance au point central.

Plus un point d'observation est proche du point à estimer, plus sa valeur influence la valeur à estimer :

$$Z = \sum (\text{Poids}_i, Z_i), i=1, n$$

$\text{Poids} = 1/\text{Distance}^\alpha$ , les MNT dépendent donc du choix de  $\alpha$ . Plus est élevé, plus l'on se rapproche de la réalité. Mais s'il devient trop élevé, les altitudes estimées sont supérieures aux altitudes réelles. La méthode est efficace lorsque la densité de points de mesure varie peu. On choisit généralement  $\alpha$  entre 1 et 9 :

- Krigeage : le Krigeage est une méthode géostatistique qui vise à estimer la variance minimale.

Le Krigeage pose comme hypothèse que la variation spatiale des altitudes est statistiquement homogène sur toute la surface, c'est à dire que la même forme de variation peut être observée partout ;

➤ Splines : la méthode consiste à trouver la valeur d'une fonction entre deux points en interpolant avec un polynôme.

Une Spline  $Z = S(X, Y)$  est une fonction polynomiale par morceaux de degré  $k$ .

- Si  $k = 1$  on a un polynôme de degré 1 (des droites) : c'est une interpolation linéaire par morceaux.
- Si  $k = 2$  on a une Spline cubique : les raccords se font en tangente, en courbure et en valeur : c'est la Spline la plus utilisée.

➤ Triangulation et interpolation (passage par un TIN)

**TIN** (réseau de triangulation irrégulier = Triangular Irregular Network) : C'est une triangulation de la surface du relief. A chaque triangle est associé en attribut sa pente, son azimut et à chaque arête son triangle à gauche et son triangle à droite.

### **Phase 3 : échantillonnage**

L'échantillonnage est le passage d'une image dans une grille 1 à une image dans une grille 2 sans perte d'information.

#### **b. Les MNT stéréoscopiques**

Des couples stéréoscopiques d'image satellites peuvent être utilisés pour établir directement un MNT sans avoir recours à des documents cartographiques. En effet, la capacité de visée oblique de certains satellites permet de réaliser un couple stéréoscopique en combinant deux prises de vues sous deux orbites différentes. On appelle cela **stéréoscopie oblique** (par opposition à stéréoscopie verticale).

#### **c. Les MNT interférométriques**

Le MNT est construit à partir d'un couple d'images radar. L'onde radar n'étant pas une onde optique, les images ne sont pas soumises aux conditions atmosphériques. C'est l'information de phase du signal radar qui est utilisée.

## **CHAPITRE 2**

# **Utilisation des systèmes d'information géographique dans le domaine de l'hydraulique agricole**

Les systèmes d'information géographiques sont des outils très utiles dans le domaine de l'hydraulique agricole. Ils permettent de rassembler les différentes données pour une utilisation plus aisée et pour une meilleure restitution spatiale des informations de nature diverses nécessaires non seulement à l'étude des périmètres hydro agricoles dans leurs conceptions, mais aussi à la gestion et à l'exploitation des ces périmètres après leurs réalisation.

## **1. Gestion d'un périmètre l'irrigation avec l'outil SIG et les images satellitaires [12],[13],[14],[19],[24]**

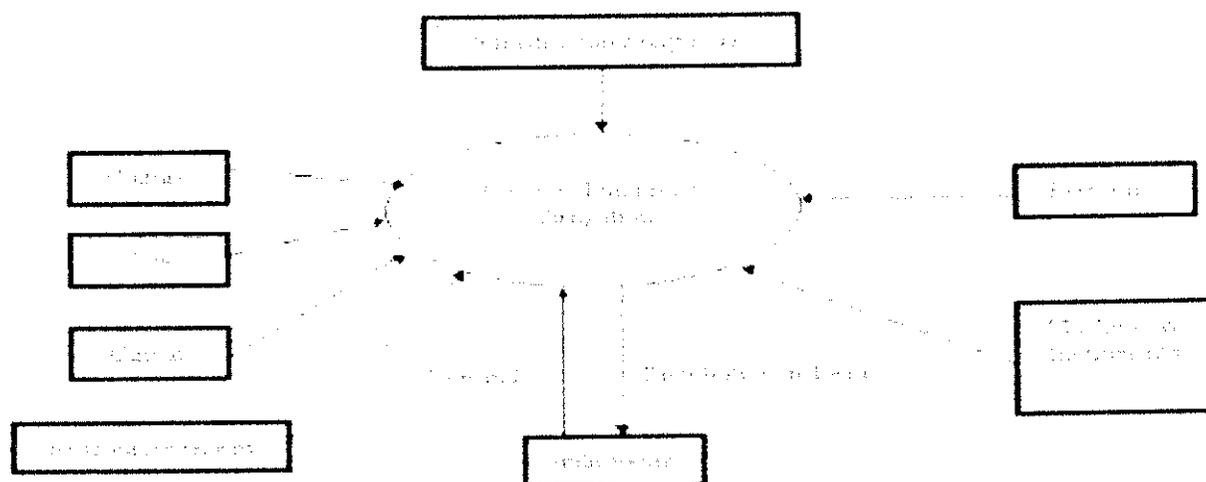
### **1.1. Gestion d'un périmètre l'irrigation avec l'outil SIG**

L'outil SIG est de plus en plus utilisé dans le domaine de la gestion et/ou exploitation d'un périmètre d'irrigation en fonctionnement. Tous les aspects qui concourent à sa gestion pour une efficacité optimale de l'organisation de l'irrigation notamment dans l'aspect allocation de la ressource en temps réel. En un mot le pilotage de l'irrigation au champs. Mais aussi l'aspect exploitation des différents ouvrages qui composent le système hydraulique du périmètre (réseau, station de pompage, ouvrages d'assainissement...) sont pris en charge globalement avec rapidité et précision par les SIG.

Néanmoins, les SIG ne peuvent être utilisé sans définir les différents éléments qui constitueront l'ossature de la base de données. La donnée doit être stockée avec une grande précision et beaucoup de précaution:

- enregistrer toutes les données ; inventaire complet,
- éviter les duplications,
- recenser la date,
- modifier la donnée clé c'est modifier toutes les données en relation.

La base de donnée relationnelle qui doit être mise en place au préalable doit se composer des rubriques (couches d'informations) suivantes :



**Figure 1** : Les différentes rubriques de la base de donnée.

Le détail exhaustif des rubriques qui doivent composer la base de donnée sont comme suit :

### 1.1.1. Les infrastructures physiques

Ils comprennent le réseau d'irrigation, le réseau de drainage, les routes et les agglomérations situés à l'intérieur du périmètre d'irrigation. Avoir un inventaire sur toutes ces composantes et leurs caractéristiques (dimensions, localisation, capacité, spécification technique) est un support d'aide pour le contrôle et l'organisation des travaux d'entretien. Les quatre types d'infrastructure (réseau d'irrigation, réseau de drainage, route, agglomération) sont traités séparément sous différentes couvertures.

L'inventaire du réseau de **distribution de l'eau** nécessite des indications sur ses différentes composantes et leurs connexions sur lesquelles sont basés le calcul du schéma d'irrigation et l'organisation de la distribution de l'eau (sens de circulation de l'eau dans le réseau).

Le système d'irrigation comprend plusieurs composantes dont les plus importantes sont:

- canaux,
- tuyaux, conduite,
- structures hydrauliques,
- réservoirs,
- station de pompage,
- parcelles.

En spécifiant la manière de connexion des différentes composantes du système, on peut enregistrer toutes leurs caractéristiques.

Disposant d'une liste de **machines et instruments** et leurs caractéristiques, l'utilisateur peut planifier plus efficacement les travaux d'entretien. Les tables spécifiques servent à enregistrer les caractéristiques de tous les machines et instruments inventoriés au cours du projet.

L'objectif de l'information sur le **personnel** est d'avoir un recensement des ressources humaines du projet: Qui est le personnel employé? Quelle est sa fonction? Son adresse ?...

L'information sur le **coût** d'un élément du personnel est intéressante pour estimer celui d'une activité dont la durée est enregistrée.

### 1.1.2. Les ressources en eau d'irrigation

Elles sont de diverses origines dont les principales sont les barrages, les petites retenues, l'aménagement au fil de l'eau dans les cours d'eau permanents, le captage, des sources et des forages de puits. La connaissance des quantités d'eau disponibles permet, par confrontation à la demande, aux utilisateurs de préparer les diverses étapes chronologiques d'un plan d'irrigation orienté vers la mise en valeur des terres cultivables.

### 1.1.3. Données climatologiques, pédologiques et culturelles

La gestion de l'eau d'irrigation nécessite une estimation précise de l'eau utilisée par la culture et la réserve en eau disponible (en provenance de la pluie). Pour se faire, il est nécessaire de connaître la date d'observation, l'évapotranspiration de référence (ET0) et la pluie efficace. Pour calculer ces deux dernières, nous avons besoin des paramètres climatiques suivants: température maximum et minimum, humidité relative maximum et minimum, durée du jour et vitesse du vent. Construire une liste des cultures et leurs caractéristiques agronomiques est une action fondamentale. Un inventaire complet et concret sur la ressource naturelle "plante" représente un support important pour:

- Calculer les besoins en irrigation nets et générer des plans d'irrigation.  
L'information nécessaire concerne le climat, la culture et le sol.
- Planifier l'irrigation saisonnière.
- Contrôler les activités agricoles.
- S'informer sur le cycle du développement.
- Evaluer la consommation en eau par la plante.

Les données agronomiques sur les plantes proviennent du bulletin FAO N° 24, stockées dans un fichier au sein du logiciel **CROPWAT**. Version.5.7 (1991). Ces caractéristiques introduites peuvent être utilisées pour diverses applications du système de gestion via les SIG.

A partir des estimations par des modèles de calculs et de l'organisation de la distribution de l'eau, utilisant les données stockées, l'utilisateur doit fixer une précision et organiser cette ressource naturelle pour aboutir à une meilleure gestion.

L'arrivée à maturité des plantes implique la plante elle-même, l'eau et le sol. Ce dernier représente un moyen de stockage d'eau graduellement absorbée par la plante. Quand l'eau stockée est épuisée, la plante souffre du stress hydrique et le sol doit se remplir par irrigation.

#### 1.1.4. Utilisation et occupation du sol

Pour programmer **une irrigation convenable**, il est nécessaire de connaître la capacité de stockage du sol. Dans l'ordre de déterminer la balance d'eau dans les champs, il est nécessaire de connaître les caractéristiques physiques du sol sur lequel pousse la plante.

Pour chaque type de sol, inventorié lors du périmètre, les caractéristiques physiques doivent être déterminées et enregistrées dans la table des sols. Cette table est consultée pour les tâches de gestion suivantes :

- chaque parcelle définie dans le projet peut être classée suivant un type de sol défini,
- calcul des plans d'irrigation pour tous les types de sol prédominant du projet,
- quand on établit les plans d'irrigation saisonnière, l'utilisateur peut définir le modèle agricole qui consiste à définir la combinaison période de plantation des cultures-type de sol.

Il est impératif d'avoir des informations détaillées sur les agriculteurs et les parcelles (propriété & propriétaire). Ces informations concernent les noms et prénoms des agriculteurs, les caractéristiques des parcelles (terres arables, irrigables, irriguées) et le type du sol prédominant. Les parcelles constituent les points d'extrémités finales du réseau d'irrigation. Elles représentent une référence très importante pour la gestion. En effet, le schéma de l'irrigation est conçu pour servir les parcelles et savoir qui est le propriétaire et quels sont ses besoins?

En conclusion, les SIG dans la gestion des périmètres sont des outils efficaces mais néanmoins demandent une préparation rigoureuse de l'information en grande quantité. Les images satellitaires permettent actuellement de diminuer une grande partie de cette organisation de l'information et de palier dans des régions non couvertes par les réseaux traditionnels de mesures et de récolte de l'information au déficit des données d'une part. Et d'autre part, de pouvoir suivre au cours du temps des surfaces géographiques de grandes dimension. Dans ce qui suit nous allons donner

un exemple de l'apport de l'utilisation des images satellitaires spot dans la gestion de grands périmètres irrigués.

## **1.2. Gestion d'un périmètre d'irrigation avec les images satellitaires**

Depuis quelques années, la gestion des grands périmètres irrigués fait appel aux apports de l'imagerie satellitale, intégrée aux SIG.

### **1.2.1. Les apports de l'imagerie Spot**

Les images Spot sont utilisées comme outil d'analyse, de référentiel géométrique pour la cartographie, de source de données pour le suivi de l'occupation du sol, de complément à d'autres données pour la gestion de l'irrigation. La société IGN Espace, France, a réalisé des spatiocartes numériques (SPOTView BASIC sur CD Rom au format GIS\_Geospot) et analogique.

Les SPOTView au 1/100 000 offrent une vision d'ensemble actualisée de la zone où l'on distingue aisément le réseau hydraulique principal et les canaux secondaires qui irriguent cette zone.

Les spatiocartes sont régulièrement utilisées comme document visuel en arrière plan pour fournir le contexte géographique des données vectorielles contenues dans la base.

### **1.2.2. L'intérêt des archives d'images satellitales**

Pouvoir revenir à une situation antérieure afin d'étudier l'évolution d'un phénomène ou valider des hypothèses présente un intérêt majeur.

### **1.2.3. Etablir des cartes de salinité**

Un certain nombre de travaux ont déjà été menés sur l'évaluation de la salinité des sols par télédétection sans beaucoup de succès. La méthode originale développée par Tabet (1995) met en relation les indices de végétation et de brillance issus d'images Spot XS. La validation de l'approche basée sur les observations visuelles à l'aide de mesures de

salinité du sol. Cette classification permet la réalisation d'un premier zonage de la salinité au sein du périmètre.

#### **1.2.4. L'intérêt de l'utilisation des images Spot dans les suivis des occupations des sols**

L'utilisation d'imagerie Spot pour l'obtention de statistiques d'occupation du sol permet de disposer de cartes actualisées :

- pour faciliter la compréhension du territoire
- pour assurer la cohérence géographique de la base de données lors de la constitution d'un SIG
- pour bâtir le plan d'échantillonnage des enquêtes conventionnelles
- pour obtenir un élément de comparaison afin de juger de la pertinence des enquêtes sur le terrain.

Ensuite, un rythme d'utilisation des images Spot tous les 3 à 4 ans paraît suffisant pour garder une bonne connaissance de la zone.

## **2. Etude d'un périmètre d'irrigation avec l'outil SIG**

Dans la phase étude d'un périmètre d'irrigation, les systèmes d'information géographiques comme nous l'avons vu précédemment sont aussi très utiles dans les études de périmètres d'irrigation.

Les SIG permettent de rassembler l'ensemble des données de base nécessaires au design du périmètre d'irrigation en particulier :

- les données géographiques
- les données climatiques
- les données des reliefs (altimétrie, MNT...)
- les données pédologiques (Etudes pédologiques et leurs supports)
- les données agronomiques (carte d'aptitude en sec en irrigué des terres..)
- les données hydrographiques (chevelu des cours d'eau, nappes...)

.....

Ces données énumérées ne sont pas exhaustives et sont restitués à l'aide des SIG sous forme de cartes numériques facilement exploitables. Chacune tout seule, mais surtout (est c'est tout l'intérêt de cet outil) combinées les unes aux autres par différentes transformations permises par la puissance de traitement des données liées aux fonctionnalités de l'outil SIG. L'un des résultat très appréciable dans l'étude d'un périmètre d'irrigation est l'analyse spatiale qui à elle seule permet de générer une nouvelle couche d'information directement exploitable dans le dimensionnement et tracé du réseau d'irrigation, d'assainissement de drainage de pistes et routes, des tracé des brises vents, des surface à mettre en valeur pour l'irrigation par exemple....

Dans la partie ce qui suit et fait l'objet de notre travail, l'analyse spatiale à partir de l'outil SIG est illustrée par la détermination des zones irrigables pour le cas réel choisi du périmètre de l'Oued El Hachem.

## **1. PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE [16]**

### **1.1. Localisation**

L'ensemble de la zone d'étude est situé à basse altitude (10 à 170 m) et à des distances inférieures à 13 km de la côte. Néanmoins l'influence maritime est atténuée dans les terres séparées de la côte par des reliefs.

Un réseau dense de chemins agricoles dessert l'ensemble de l'aire d'étude et de ce fait tout point du périmètre est à moins de 2km des routes.

### **1.2. Géomorphologie de la zone**

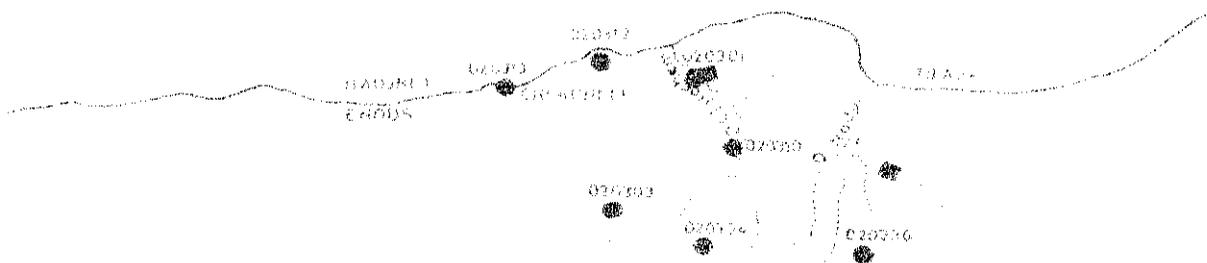
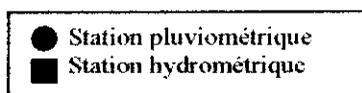
La vallée de l'Oued El Hachem est située à l'aval du barrage de Boukourdane jusqu'à la mer. Sa longueur est de 12 km et une largeur moyenne de 1 km. Les altitudes sont comprises entre 10 et 80 m NGA. En bordure de la mer, elle s'élargit et se prolonge à l'Ouest par des coteaux jusqu'à l'Oued Bellah. Sa partie Ouest, étroite et entourée de massifs montagneux et se distingue par des excès d'eau en saison pluviale.

### **1.3. Climatologie**

#### **1.3.1. Précipitations**

La zone d'étude est assez bien pourvue en stations pluviométriques, mais les séries de données disponibles présentent des lacunes dues à des interruptions des relevés.

La localisation de ces stations est schématisée par la figure 1 ; quant à leurs caractéristiques et les périodes de fonctionnement elles sont indiquées dans le tableau n°1.



**Figure.2** : Localisation des stations pluviométriques et hydrométrique

Caractéristiques principales des stations pluviométriques							Pluie moyenne annuelle (mm)
Code de station	Nom de station	Coordonnées Lambert		Altitude (m)	Période de fonctionnement	Nombre d'années d'observation	
		X	Y				
02.03.01	Bordj Ghobrini	460.40	367.00	10	1968/69 - 1970/71 1972/73 - 1978/79 1980/81 - 1981/82 1983/84 - 1991/92	21	541
02.03.10	Sidi Amar	464.75	362.69	45	1969/70 1974/75 - 1990/91	17	576
02.03.12	Cherchell	454.34	338.00	16	1909/10 - 1910/11 1912/13 - 1917/18 1932/33 - 1939/40 1942/43 - 1943/44 1946/47 - 1950/51 1952/53 - 1955/56 1957/58 - 1967/68 1969/70 - 1990/91	60	596

**Tableau.1** : caractéristiques et périodes de fonctionnement des principales stations pluviométriques de la zone d'étude

En matière de pluviométrie, la zone d'étude se caractérise par une décroissance des précipitations d'Ouest en Est et de l'intérieur vers le littoral.

Pour le bassin amont de oued El Hachem, la moyenne est de 692 mm à la station pluviométrique de Menaceur (code 02.03.03).

En ce qui concerne les variations saisonnières, les pluies d'hiver dominant avec 41% suivie de celles de l'automne pour littoral et les vallées et de printemps pour les zones montagneuses. Les pluies d'été ne représentent que 3% sous forme d'épisode orageux.

### **1.3.2. Températures**

Les températures varient de 11.6°C au mois de Janvier à 24.4°C au mois d'Août et sont caractéristiques d'un climat relativement doux.

### **1.3.3. Evapotranspiration potentielle**

L'évapotranspiration potentielle ET0 a été calculée en appliquant la méthode de Penman modifiée aux données climatiques moyennes de la station météorologique DAR EL BEIDA.

La demande climatique (ET0) croît d'un minimum de 61 mm en Décembre et Janvier, à un maximum de 225 mm en Juillet, puis accuse une baisse à 154 mm en Septembre et à 75 mm en Novembre ; la demande annuelle étant de 1550 mm.

Le déficit climatique annuel de Février à Octobre est de 1060 mm (68% de ET0) dont 873 mm de Mai à Septembre. De ce fait, sans irrigation, les cultures d'été et même de printemps ne sont pas envisageables.

### **1.3.4. Autres facteurs climatiques**

- **Humidité relative** : les données disponibles sont celles de BOU-ISMAIL. L'humidité relative est toujours supérieure à 70-80%.
- **Grêle** : les chutes de grêle ont lieu en hiver. Les nombres de jours de grêle observés au niveau des stations de Tipaza et Sidi Rached sont respectivement de 4.3 et 4.7 jours.
- **Gelée** : le nombre de gelée blanche n'excède pas un jour pour le littoral et les vallées.
- **Vents** : si la zone est protégée contre les vents chauds du sud (sirocco), le littoral est exposé aux vents marins salés.
- **Evaporation** : pour le littoral, l'évaporation moyenne annuelle est de 1182 mm avec un maximum de 154 mm en Août et un minimum de 63 mm en Janvier.

## 2. RESSOURCES EN EAU [15],[16]

### 2.1. Ressources en eaux souterraines

La nappe de l'oued El Hachem est actuellement la principale ressource en eau souterraine exploitée et elle est aujourd'hui à la limite de la surexploitation (voir tableau n°2).

localisation	Usage	Débit exploitation (l/s)	Prélèvement estimé Hm <sup>3</sup> /an
Nappe de l'oued El Hachem	AEP de Nador	12.5	0.3
	AEP de Cherchell	95	2.2
	Irrigation de 409 Ha		0.8

**Tableau 2** : ressources en eau souterraines

L'évolution récente des prélèvements, certainement accentuée par les dernières années de sécheresses s'est traduite par des intrusions marines au niveau des forages de la ville de Tipaza et des difficultés croissantes des exploitations des puits privés et des forages collectifs d'irrigation.

Devant ce constat et compte tenu du niveau des études existantes, il est préconisé, la satisfaction des besoins en eau des villes côtières à partir des eaux de surface, le plafonnement des prélèvements des eaux souterraines à 95 l/s (2.75 Hm<sup>3</sup>) et le développement des irrigations exclusivement à partir des eaux régularisées par le barrage de Boukourdane.

### 2.2. Ressources en eau superficielle

#### 2.2.1. Présentation générale du barrage de Boukourdane

Le barrage de Boukourdane est réalisé sur l'oued El Hachem à l'amont de Sidi Amar à 13 Km au sud Est de Cherchell. Il régularise les eaux des divers Oueds qui, par leur confluence donnent naissance à l'oued El Hachem. Les eaux de la retenue sont destinées à l'AEP des agglomérations de Cherchell, Sidi Ghiles, Sidi Moussa, Sidi Amar, Nador et Tipaza (12 Hm<sup>3</sup>), ainsi que l'irrigation de la vallée de l'oued El

Hachem et les régions de Hadjout et du Sahel. Pour favoriser le stockage, le niveau de la retenue normale est maintenu à la côte maximale de 119.50 m NGA. La géométrie de la retenue est caractérisée par sa courbe hauteur-volume-surface tirée des études d'avant projet de l'ouvrage et est rappelée dans le tableau n°3 :

H (m.NGA)	70	93	100	105	110	115	120	125	130
V (Hm <sup>3</sup> )	0.0	14.8	29.0	41.5	58.0	79.0	102.0	133.0	172.0
S (Ha)	0.0	160	245	315	390	480	565	670	185

**Tableau 3** : courbe hauteur-volume-surface

Les principales caractéristiques du barrage sont :

- Niveau de la retenue normale 119.50 m NGA
- Niveau des plus hautes eaux 123.00 m NGA
- Niveau minimum avec la garde d'envasement 86.80 m NGA
- Surface du plan d'eau normal 550.00 Ha
- Capacité totale de la retenue 97.00 Hm<sup>3</sup>
- Réserve d'envasement 0.80 Hm<sup>3</sup>
- Coordonnées (LAMBERT) : X = 464.9, Y = 359, Z = 70 m.

### 2.2.2 Allocation des eaux préconisées et schéma régional

Le schéma d'allocation des eaux est le suivant :

Demande en eau	Volumes (hm <sup>3</sup> /an)	Allocation des eaux (hm <sup>3</sup> /an)	
		Souterraines	Superficielle
Eau potable	11.75	2.75	9.0
Irrigation secteur C (MO)	13.00	0.00	13.0
Irrigation sahel Algérois Ouest	18.00	0.0	18.0

**Tableau 4** : schéma d'allocation des eaux.

Lors des simulations de fonctionnement de la retenue de Boukourdane et conformément aux dispositions contractuelles, les ressources en eau régularisées par ce barrage et affectées à l'irrigation du secteur C ont été plafonnées à 13 Hm<sup>3</sup>/an, or la révision du plan directeur (1994/95) les fixe à 16.2 hm<sup>3</sup>/an, soit un accroissement de 3.2 Hm<sup>3</sup>/an (+25%). Les tests de sensibilité menés au titre de cette étude montrent que la satisfaction de cette demande (3.2 hm<sup>3</sup>/an) est faisable moyennant soit un plafonnement de la demande en A.E.P à un maximum

de 9.8 HM<sup>3</sup>/an, soit la mise en œuvre d'une maintenance de l'infrastructure de l'irrigation pour que leur efficacité soit supérieure ou égale à 70%.

Dans le futur, les pertes d'efficacité par suite de vieillissement des infrastructures devront être compensées par la promotion de l'irrigation localisée pour l'arboriculture, les vignobles et les cultures maraîchères de plein champ en ligne.

### **3. QUALITE DES EAUX D'IRRIGATION [15]**

Pour connaître la qualité des eaux de surface et en particulier de celle qui sera utilisée pour l'irrigation, trois (3) échantillons sont analysés. Prélévés le 19 Septembre 1993, ce sont :

- Un échantillon prélevé dans la retenue du barrage de Boukourdane qui, lors du prélèvement, étant restreinte ;
- Un échantillon de la nappe phréatique alluviale de l'oued El Hachem (fosse P 92, nappe à 0.9 m) ;
- Un échantillon de la nappe phréatique alluviale de l'oued Nador (fosse P 35, nappe à 1.5 m).

Le tableau représente les résultats des déterminations nécessaires et suffisantes pour définir les qualités des eaux d'irrigation d'après les normes de l'Us Département of agriculture (Salinity laboratory). Concernant la conductivité électrique (CE), ces normes sont les suivantes :

CE < 0.25 ds/m	: risque de salinisation faible.
0.25 < CE < 0.75	: risque de salinisation moyen.
0.75 < CE < 2.25	: risque de salinisation élevé.
CE > 2.25	: risque de salinisation très élevé.

Le risque de salinisation des sols est aussi fonction du drainage : il augmente si le drainage diminue ; par exemple, le risque de salinisation est moyen si le drainage est

moyen, mais élevé si le drainage est faible ; comme c'est souvent le cas dans la zone étudiées.

Echantillon	Date de prélèvement	Teneur en Mg/l								RAS <sup>1</sup>	pH	CE ds/m 25°C
		Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	CO3H	No3			
Eau barrage	19/09/1993	105	65	85	6	153	235	315	4	1.64	7.0	1.5
P92 Cherchell	19/09/1993	128	66	95	0	178	180	459	7	1.69	6.7	1.5
P35 Tipaza	19/09/1993	150	54	158	4	350	158	349	29	2.81	7.0	2.0

**Tableau 5** : résultats d'analyse des eaux de surface.

De ces trois échantillons c'est celui de la retenue de barrage qui est le plus important car c'est la ressource en eau du futur périmètre. Sa conductivité étant de 1.5 ds/m, le risque de salinisation est donc élevé. D'emblée, il faut préciser que cet échantillon n'est pas représentatif car lors du prélèvement et jusqu'à ce jour la retenue est insuffisante (il faudrait qu'elle soit au moins à 10-20 % de sa contenance).

A priori, si l'on prend en compte la composition du substratum du bassin versant et les données climatiques, la CE de l'eau de la retenue ne devrait pas dépasser 0.6 à 0.8 ds/cm.

Des prélèvements devront être effectués après remplissage suffisant de la retenue. Par ailleurs, toujours après les normes USDA, le risque salinisation du sol du fait de son irrigation est fonction de son rapport d'adsorption du sodium (RAS) et le CE de l'eau. Pour la CE <6 ; la valeur du RAS étant de 1.6, le risque d'alcalinisation des sols est très faible, même pour les sols mal drainés.

Quant aux deux autres échantillons prélevés dans les nappes alluviales ils sont relativement salés, surtout celui de la vallée de l'oued Nador. C'est à prendre en compte, mais les prélèvements ont été effectués en fin de période d'étiage, soit durant

<sup>1</sup> Rapport d'adsorption de sodium.

la saison où les eaux ont la concentration la plus élevée. Par ailleurs les valeurs des RAS de ces deux échantillons étaient nettement inférieures à 6 (1.7 et 2.8), les risques d'alcalinisation des sols alentours sont faibles, même s'ils sont notablement argileux (40 à 60 % d'argile).

#### **4. L'ETUDE PEDOLOGIQUE [16]**

La zone étudiée correspond pratiquement à la section du cours d'eau de l'Oued El Hachem. Située entre le barrage de Boukerdane et son embouchure à l'est de Cherchell, sa longueur voisine 13km. L'étude pédologique a montré l'existence de six classes du sol comme suit :

##### **4.1. Les sols minéraux bruts**

Ce sont situées à la bordure de la plaine côtière, ils ont généralement une pente supérieure à 12.5%, ce qui justifie qu'ils sont inaptes à toute mise en valeur.

##### **4.2. Les sols peu évalués alluviaux**

Ils sont situés dans les plaines alluviales de l'Oued El Hachem (et l'Oued Belaa) et couvrent 45 à 50% de la superficie. Ils ont une texture très fine (avec domination du sous groupe brunifié), et une structure polyédrique subanguleuse moyenne, nette devenant anguleuse en profondeur, devient cubique avec souvent de nombreuses faces de glissement (caractères vertiques). Les caractères d'hydromorphie sont fréquents à partir de 40 à 60cm de profondeur engorgement temporaire résultant des écoulements latéraux qui alimentent une nappe saisonnière.

Les contraintes et les principales recommandations proposées :

- \* la pratique des labours profonds (pour améliorer les propriétés physiques du sol).
- \* la fertilisation organique et chimique (pour lever le niveau de fertilité des sols).
- \* la mise obligatoire d'un drainage en place pour les sols hydromorphes (pour les sols qui présentent des caractères d'hydromorphie, l'étude préconise un drainage retardé).

Ces sols sont aptes aux cultures maraîchères (texture fine), cultures céréalières et fourragères et aux cultures industrielles, cependant l'arboriculture se limite au pommier, au poirier et au pêcher.

#### **4.3. Les vertisols**

Généralement situées sur des versants de 3 à 5% dans la basse vallée de l'Oued El Hachem et couvrent 20 à 25% de la superficie totale, ils ont une texture fine à très fine et une structure polyédrique à grumuleuse en surface, cubique avec des faces de glissement bien développées en profondeur.

On distingue les vertisols à drainage externe nul à réduit (zones sub-planés) et les vertisols à drainage externe possible (zones à pente faible 3 à 5%).

Ces sols sont aptes aux cultures maraîchères, cultures céréalières et fourragères et aux cultures industrielles, la texture très fine exclue l'arboriculture.

#### **4.4. Les sols calcimagnésique**

**4.4.1. Les sols bruns calcaires :** qui sont localisés en rive droite de l'Oued El Hachem et sur les collines à forte pente qui limitent la plaine littorale. Ils sont caractérisés par une texture fine à très fine, quelques fragments d'encroûtement consolidés, une structure assez bien développée sur au moins 60cm.

Ces sols sont inaptes à l'arboriculture, mais aptes aux cultures maraîchères, cultures céréalières et fourragères, éventuellement aux cultures industrielles.

**4.4.2. Les sols bruns calciques :** qui sont localisés à la plaine littorale, ce sont des sols décarbonatés en surface à moins qu'ils ne soient recouverts par une colluvion calcaire d'une épaisseur utile faible à moyenne. Ils sont aptes aux cultures maraîchères, cultures céréalières et fourragères, inaptes aux cultures industrielles et à l'arboriculture.

#### **4.5. Les sols fersiallitiques**

Ils sont situés sur la plaine littorale, caractérisés par une accumulation d'argile dans les horizons à moyenne profondeur. Ces sols sont aptes aux cultures maraîchères, cultures

céréalières et fourragères (luzerne), l'arboriculture (pommier, cerisier et agrume) et aux cultures industrielles.

#### **4.6. Les sols hydromorphes**

Ils sont situés dans la plaine alluviale de l'Oued El Hachem, dans l'anciens bras de l'oued. Ce sont soit des sols à gley (nappe subpermanante) soit des sols à pseudogley (nappe saisonnière). Ce sont des sols de texture fine, de couleur grisâtre et/ou bandés, leur aptitude culturale médiocre se limite à l'artichaut, le sorgho et la fétuque, leur drainage immédiat serait nécessaire non indispensable.

## **5. MATERIELS ET METHODES**

Notre travail consiste à construire l'étape la plus essentielle dans un dimensionnement d'un réseau d'irrigation, c'est l'étape de la détermination des **zones irrigables** en utilisant la méthode de cartographie axée sur les SIG en exploitant et en gérant des données géographiques et descriptives existant dans notre zone d'étude puis une analyse quantitative et qualitative de ces données.

Pour ce travail nous avons suivie les étapes suivantes :

### **5.1. Exploitation des données géographiques et descriptives**

#### **5.1.1. La récolte des données**

La récolte des données s'effectue en premier lieu par une recherche bibliographique (ouvrages, thèses, mémoires ...) utilisation de cartes topographique et thématiques de la région étudiée relatives à notre but de recherche et servant à l'élaboration de notre base donnée.

Ces documents collectés pour ce travail sont des données de type spatial (cartographiques) et descriptives (alphanumériques).

#### **5.1.2. Matériel et logiciels**

Le choix du matériel et des logiciels est conditionné par les besoins ressentis tout au long des précédentes étapes de notre étude (étape d'élaboration d'un SIG).

#### **❖ Le matériel informatique mis en œuvre**

Le matériel utilisée pour notre travail se compose de :

- un micro-ordinateur : Intel MMX™, Pentium III, RAM 128 Mo, disque dur 10 Go.
- Scanner de format A<sub>0</sub>.
- imprimante HP Deskjet 845c séries.

#### **❖ Description des fonctionnalités principales des logiciels utilisées**

Les logiciels utilisés sont représentés dans le tableau suivant :

<i>Logiciel</i>	<i>Version</i>	<i>Source</i>	<i>Fonction</i>
Map Info	6.5	Map Info professionnel	SIG
Photoshop	6.0	Adobe Photoshop	Retouche d'images, conversion de format.
Exel	1998	Microsoft	Saisie des données tabulaires, réalisation des opérations mathématiques.
Vertical Mapper	2.1	Northwood Geoscience	Le MNT, la carte des pentes.
TRANSF	2.6	I.N.C	Transformation des coordonnées

**Tableau 6** : logiciels utilisés

Le Map Info est l'outil principale de gestion dans un SIG, il est constitué de plusieurs fonctions offrant des possibilités de manipulation et de traitement de données : Option de gestion des bases de données, utilisation des fichiers sous plusieurs formes (Word, Exel, ...), affichage des données sous formes de graphiques, de cartes et de tableaux, etc. Nous allons décrire dans ce qui suit les fonctionnalités des différents logiciels présentés ci-dessus :

#### **a. Le logiciel MapInfo 6.5 [17]**

Le système de gestion de base de données localisée MapInfo créé par MapInfo Corporation est un logiciel qui donne les moyens d'accéder et d'analyser des données d'intérêt organisationnel par la cartographie.

La technologie développée Par MapInfo permet de réaliser, sur micro-Ordinateur, des opérations Jusque là réservées aux gros systèmes.

La clé d'accès, un dénominateur commun la localisation géographique. En utilisant la géographie, il permet de mettre en corrélation des données qui proviennent de différentes bases de données dans une seule vue cartographique.

MapInfo, permet d'être rapidement en mesure de découvrir des relations, tendances ou modèles qui autrement seraient passé inaperçus par l'utilisation des solutions géographiques, c'est ce qui permet de voir entre les lignes et les colonnes d'un tableur ou d'un rapport qui provient d'une base de données.

Mapinfo permet de prendre des décisions dans des temps limités, approfondit nos analyses et améliore l'efficacité de nos opérations. Les principales fonctionnalités du Logiciel Mapinfo sont les suivantes :

- Base de Données Relationnelle intégrée.
- Puissantes fonctions d'analyses thématiques et géographiques.
- Connexion client/ serveur directe et standard à l'ensemble des bases de données distantes supportant ODBC.
- Accès permanent aux données associées aux cartes.
- Accès direct aux données Access.
- Lecture directe des formats dBase, Excel, Access, Lotus 1-2-3 et ASCII délimité.

Le détail des fonctionnalités permettant une bonne maîtrise du logiciel MapInfo est donné en Annexe 1.

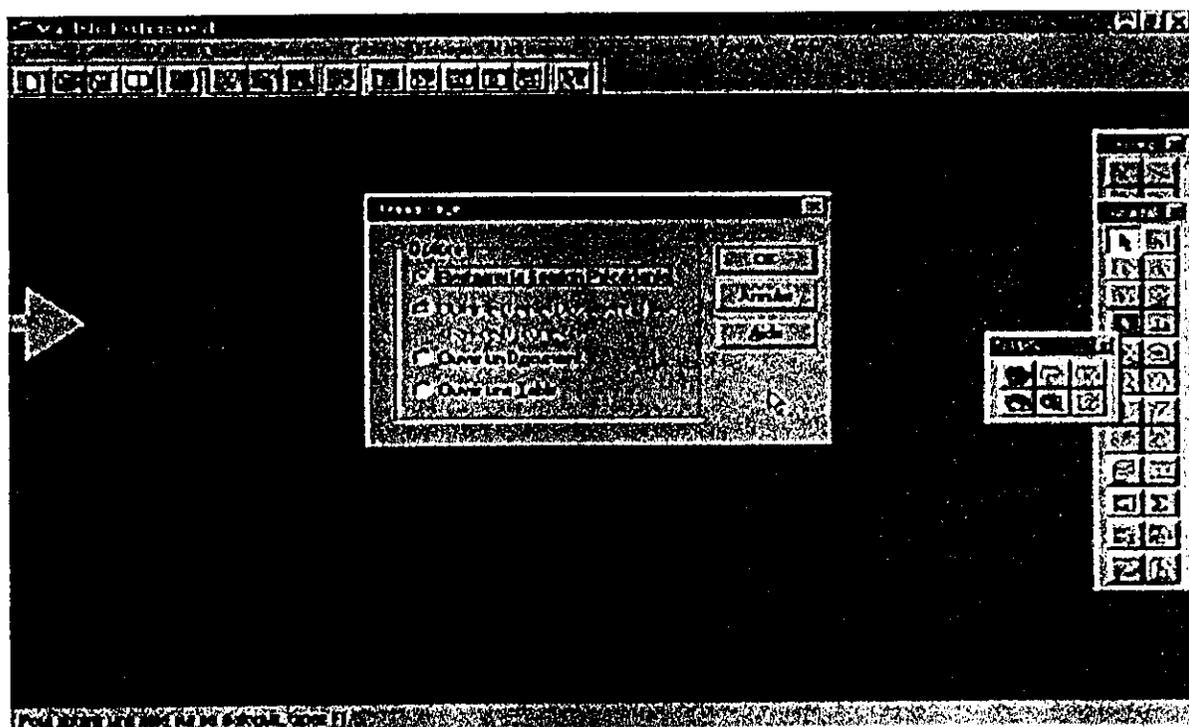


Figure 3 : interface du logiciel MapInfo 6.5.

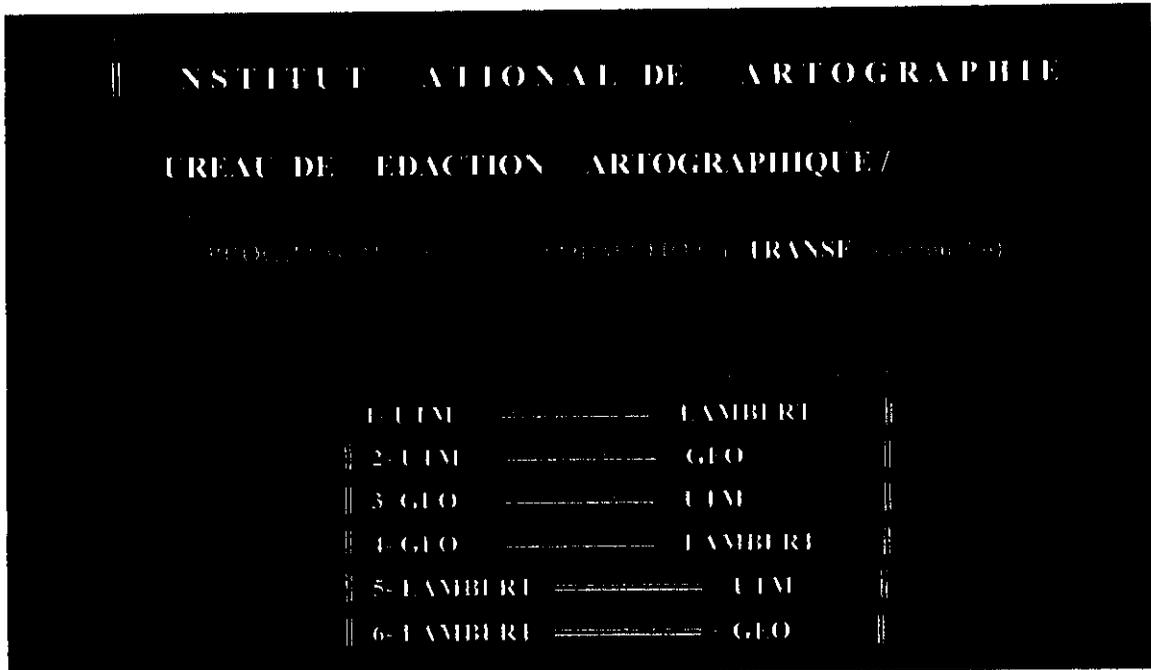
#### b. Le logiciel TRANSF 2.6

C'est un logiciel développé par l'INC (Institut National de Cartographie Algérien), il permet les transformations de coordonnées de différents systèmes de projection.

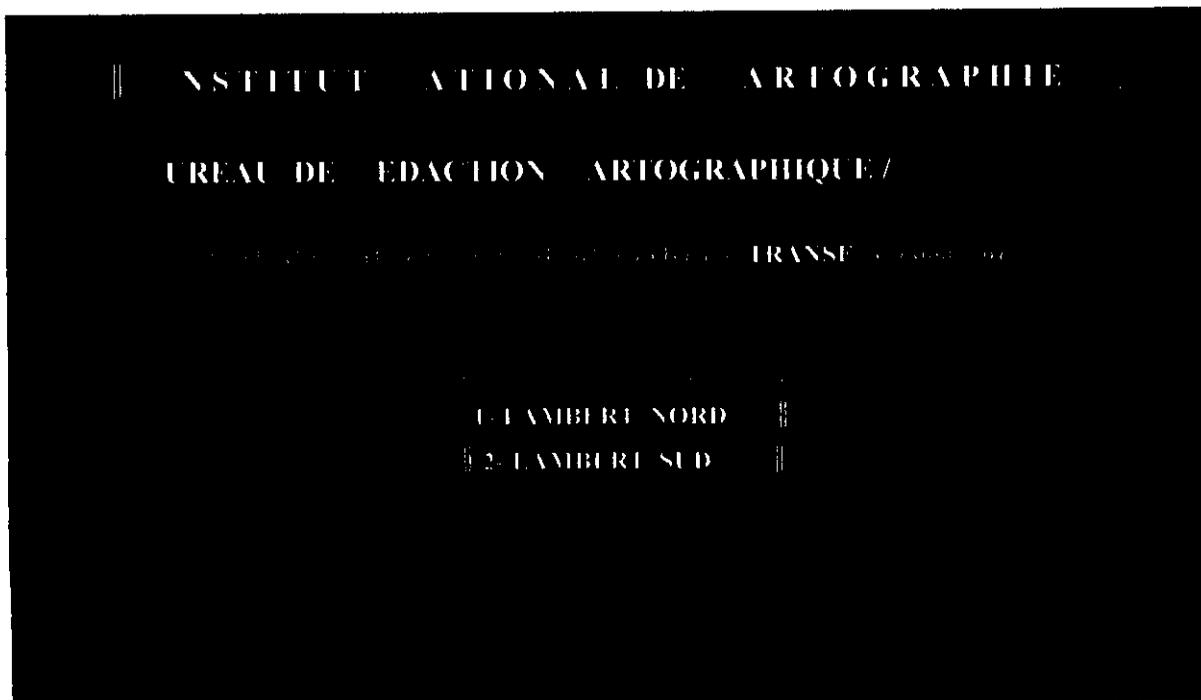
Dans ce travail, le système de projection U.T.M a été utilisé. La carte des sols étant en projection LAMBERT, le programme Transf 2.6 a été utilisé pour la transformation de LAMBERT vers UTM.

Pour ce faire, plusieurs étapes ont été suivies :

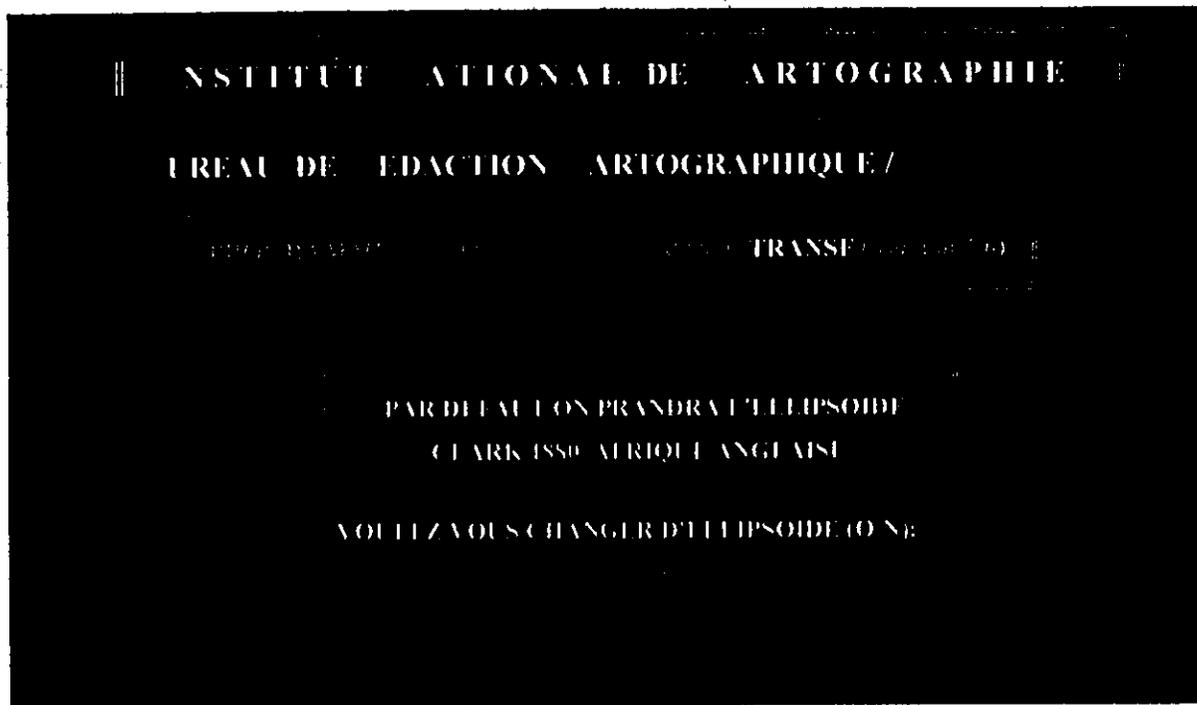
**Etape 1 :** Après exécution du programme avec double clique sur **TRANSF 2.6**, on remarque l'affichage de cette page :



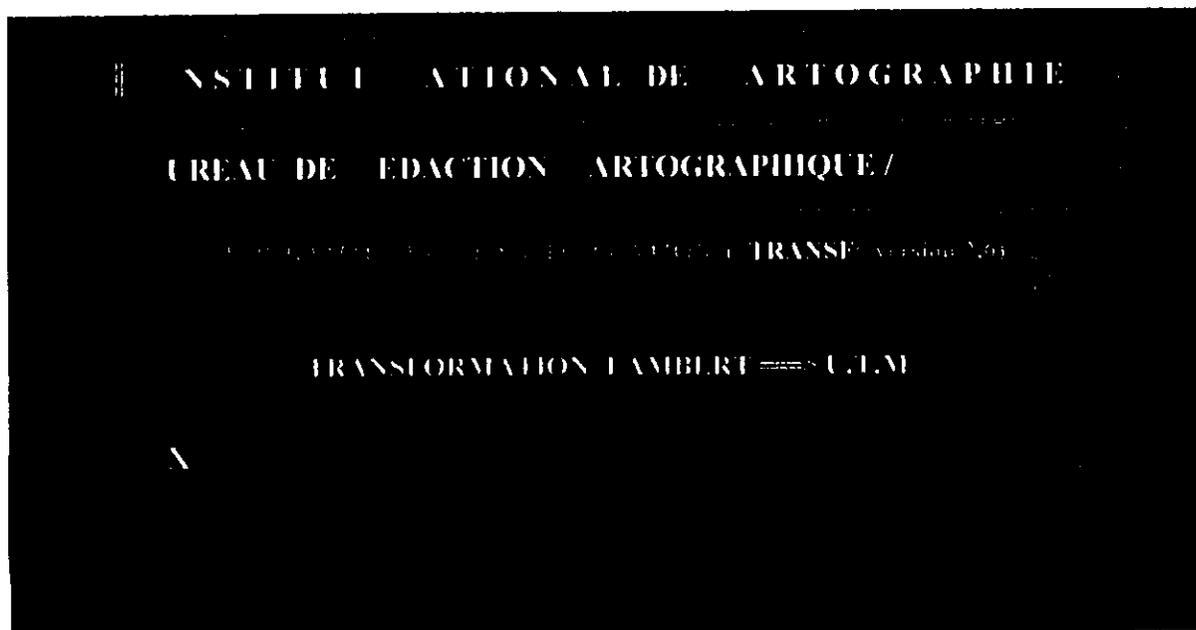
**Etape 2 :** On tape sur clavier le numéro **5** (LAMBERT-----UTM), la page affichée est la suivante :



**Etape 3 :** Notre périmètre se situe dans la partie Nord, on **tape** donc sur le clavier le numéro 1(LAMBERT NORD), on voit cette page :

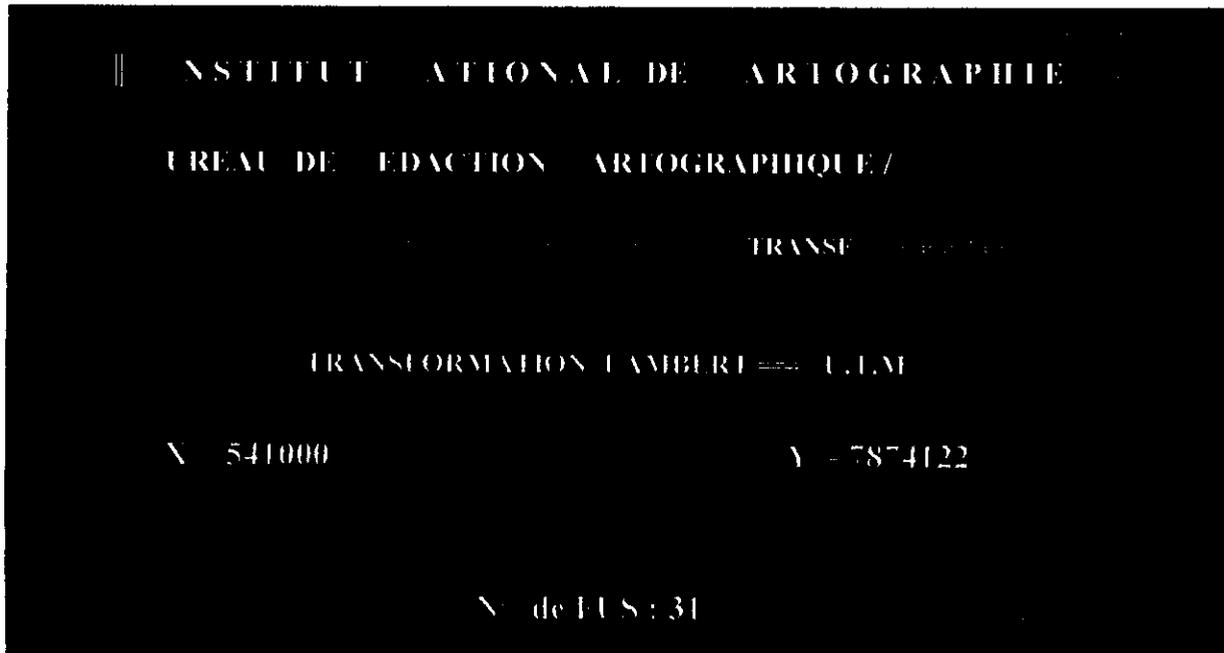


**Etape 4 :** en ce qui nous concerne, nous n'allons pas changer l'ellipsoïde CLARK 1880, donc nous **tapons**, sur clavier la lettre N, la page qui s'affiche est celle des coordonnées :

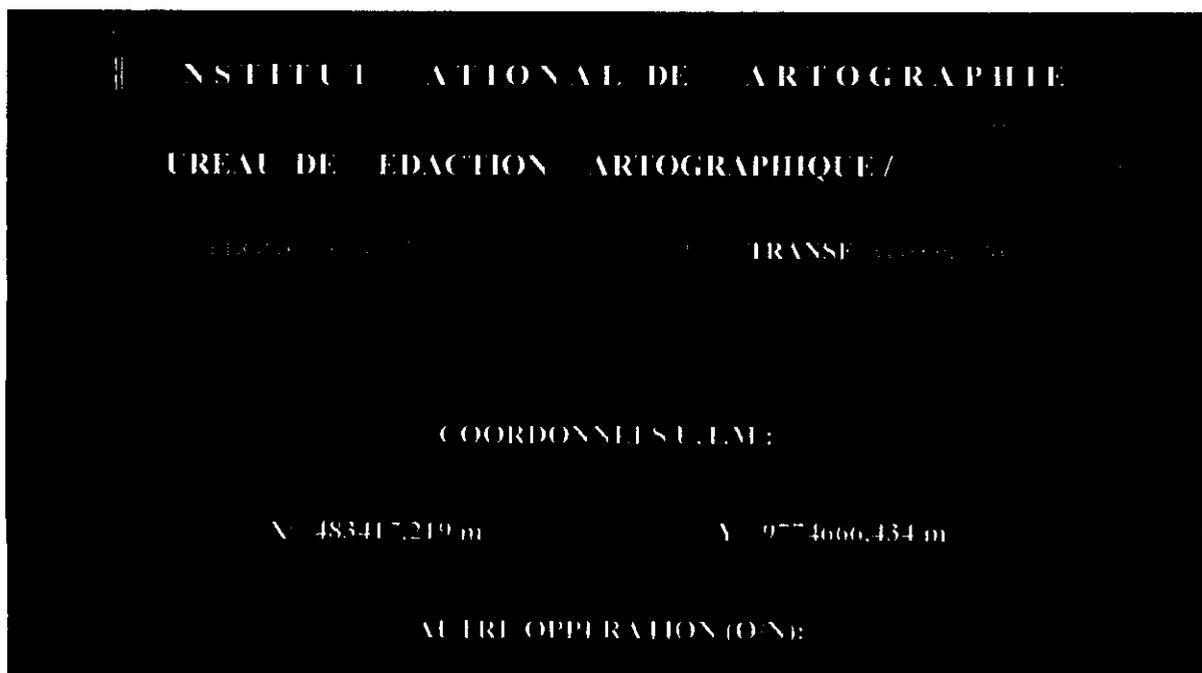


**Etape 5 :** On fait rentrer nos coordonnées X=, on **tape** sur clavier la touche **Entrer**  
Y=, on **tape** sur clavier la touche **Entrer**

A la même page, le message s'affiche : **N° de FUS**, dans notre cas le N° de fuseau est le 31, on **tape** donc le numéro **31** sur clavier (voir le découpage en fuseaux de la carte de l'Algérie en Annexe 2), ensuite la touche **Entrer**.



Et finalement, on aura les coordonnées X et Y en projection UTM qui s'affichent sur la page suivante :



**Etape 6 :** Si on voudra effectuer d'autres opérations, on **tape** la lettre **O** et on revient à l'étape n°5, sinon on tape la touche N et on revient à l'étape n°2.

### **c. Le logiciel Vertical Mapper 2.1 [8],[9]**

Le logiciel Vertical Mapper 2.1 est un logiciel qui fonctionne exclusivement avec le logiciel SIG MapInfo, on peut dire qu'il est un outil complémentaire.

Vertical Mapper 2.1 nous permet de faire les opérations et les cartes suivantes :

**Pente :** les cartes des pentes sont de type raster. A chaque point (pixel) est associée la pente à cet endroit. De ces données raster, il est possible de déduire des objets vectoriels de type surfacique en regroupant les pentes équivalentes dans des classes.

**Orientation :** les cartes d'orientation sont également de type raster. A chaque point (pixel) est associée l'orientation à cet endroit. Il est possible d'en déduire des objets vectoriels de type surfacique en regroupant les orientations équivalentes dans des classes (même méthode pour les classes des pentes).

**Ensoleillement (ou ombrage) :** les cartes d'ensoleillement sont de type raster. A la position de chaque point (pixel) est associé l'ensoleillement à cet endroit.

L'ensoleillement est l'éclairement du relief par un soleil, théorique dont on peut paramétrer la position, en fonction du relief. Ce calcul est effectué à partir des cartes des pentes et d'orientations des pentes.

**Visibilité d'un point :** la visibilité d'un point est l'aire depuis laquelle ce point est visible. On positionne donc le point sur le MNT, si le point visé est visible ou non, et on affecte alors une couleur au nœud dans le cas où il est visible et une autre dans le cas contraire, un fichier raster à deux couleurs indique les endroits d'où le point est visible ou non.

**Intervisibilité entre deux points :** cette fonction permet de savoir si deux points sont ou non réciproquement visibles. Un profil est calculé entre deux points A et B, ce qui permet de tracer des lignes de visibilité ou de non visibilité entre les deux points.

**Profil de terrain :** un profil de terrain peut être calculé soit en ligne droite entre deux points, soit le long d'une courbe plus complexe, de type polyligne.

**Vues 3D :** une vue 3D est une représentation tridimensionnelle d'un terrain qui fait intervenir la notion de distance d'observation, la direction de la vue dans le plan horizontal et l'angle de vue dans le plan vertical.

### **5.1.3. Documents utilisés**

Pour notre travail, nous nous sommes basé sur des données existantes sur des documents papiers (cartes topographiques, thématiques carte des sols et des aptitude cultural)

- Carte topographique de Tipaza au 1/50.000<sup>ème</sup> établie par l'INC.
- Carte des sols au 1/10.000<sup>ème</sup> syndicat d'irrigation de Cherchell 1971.

Afin qu'elles soient exploitable par l'outil informatique, ces données spatiales (documents papiers) doivent être d'abord convertis en fichiers numériques, intégrés à la base des données, reproduit puis conservées.

Cette conversion se fait selon trois méthodes de numérisation et de saisie : la scannérisation, la digitalisation et l'alphanumérisation.

### **5.1.4. La scannérisation**

Appelée encore balayage électronique, permet la transformation des documents cartographiques en image numérique à l'aide d'un scanner (dans notre cas le scanner utilisé est de type A0), puis leur stockage sous format TIFF (Tagged Image File Format - format de fichier d'images référencées). Le choix du type de format TIFF au autres formats n'est pas aléatoire vu que les cartes sont très volumineuses ceci est du à la résolution du scannage.

- Pour la carte topographique la résolution est de 400 dpi (dot per inch).
- Pour la carte des sols la résolution est de 300 dpi (dot per inch).

Le résultat de cette opération est appelé format « Raster ».

Avant de passer à l'étape suivante qui est la digitalisation, on procède à l'entrée des données dans le Map Info professionnel comme suit :

- Choix de la projection adéquate au type de carte utilisée, dans notre travail, la projection choisie est la projection UTM.
- Calage des cartes : se fait avec quatre points de calage, dans notre cas, les erreurs pixel sont comprises entre (1 et 3) ce qui est dans les normes.

#### **5.1.5. La digitalisation**

C'est l'opération qui permet la récupération de la géométrie des objets d'une carte à l'aide de la souris. Chaque point, ligne et surface est représenté par les coordonnées X et Y : une coordonnée seule représente un point, une série de coordonnées constituent une ligne et plusieurs lignes composent le contour de la surface, dans ce cas on parle du format « vecteur ».

#### **5.1.6. L'alphanumérisation**

Il s'agit de la saisie des données descriptives à l'aide du clavier dans la base de données sous forme de tableau, les colonnes sont appelées champs, et les lignes sont des enregistrements.

#### **5.1.7. Organisation de la base des données**

Après scannérisation, calage et en parallèle à la digitalisation des différentes cartes et cartons on a procédé à l'organisation des bases de données.

Nos bases de données sont sous forme de tables attributaires. Ces attributs seront codés. Ces attributs contiennent des informations spatiales (altitude, pente, code pédologique etc....) qui forme des champs.

Une fois les cartes scannées on passe à la phase de digitalisation :

. La phase de digitalisation est la phase la plus longue et la plus fatigante car son but est d'essayer de représenter tous les détails qui se trouvent sur les cartes pour une meilleure interprétation pour plus tard.

. Cette représentation se traduit dans le langage par la création des couches thématiques.

Dans notre étude, on a créé plusieurs couches thématiques en parallèle on a créé une base de données selon le type (numérique, caractère, flottant, etc....).

Ce qu'il faut bien retenir :

- Dans une même région, on pourra superposer autant qu'on veut de cartes (topographique, des sols, géologique...) même si leurs systèmes de projection ou leurs échelles diffèrent, il s'agit juste d'utiliser des logiciels de transformation de coordonnées des différents systèmes de projection (exemple de TRANSF 2.6).
- Lors de la digitalisation il est préférable de remplir la base de données en parallèle.
- On peut faire combiner autant qu'on veut de couches à chaque fois, il faut bien savoir comment lier l'image obtenue à la réalité et aux lois de la physique.

## **5.2. Extraction des différentes couches d'information [19],[20],[21]**

À partir des données météorologiques, d'une carte numérisée des sols, des données topographiques (courbes de niveau et points cotés) et des informations régionales sur l'agriculture, on vise à établir un plan d'irrigation local reposant sur :

– la délimitation des zones irrigables, selon les facteurs climatiques et physiques ;

– l'estimation des ressources en eau disponibles, superficielles et souterraines ;

– la détermination des besoins en eau du périmètre en passant par la détermination des périodes au cours desquelles l'irrigation est nécessaire ;

– l'estimation des besoins en eau des cultures puis les besoins en eau du périmètre ;

– et enfin la confrontation entre les besoins et les disponibilités. La méthodologie générale adoptée dans cette étude repose sur la détermination des besoins en eau des cultures (BEC) et l'utilisation d'un SIG pour la manipulation des différentes informations relatives au périmètre d'irrigation, organisées en base de données.

Au regard de la problématique de notre travail, il apparaît que l'un des critères fondamentaux de choix de l'outil SIG approprié doit être la richesse des opérations d'analyse spatiale qu'il peut permettre. Il doit également pouvoir supporter une base de données relationnelles. Dans cette application, c'est le SIG MapInfo qui a été utilisé.

L'intégration des données collectées dans le SIG retenu a nécessité :

- la digitalisation des données géométriques ;
- la correction des erreurs résiduelles de numérisation pour chaque couche et l'établissement de la cohérence entre couches ;
- la construction de la topologie ;
- la création de liens entre les données géométriques et les tables d'attributs correspondantes.

Pour le cas qui nous concerne, nous avons identifié les composantes de base de l'information nécessaires à l'étude du périmètre d'irrigation de la vallée de l'oued EL HACHEM. Six couches d'information de base ont été choisies:

1. Une couche des limites de la zone pilote (figure 3) ;
2. Une couche du réseau hydrographique (figure 4) ;
3. Une couche des ressources en eaux (nappes et barrage) situés à l'intérieur du périmètre (figure 4) ;
4. Une couche des courbes de niveau et un semis de points cotés (figure 5) ;
5. Une couche des réseaux linéaires, comprenant les routes (figure 6) ;
6. Une couche des sols comprenant les caractéristiques pédologiques des sols de la

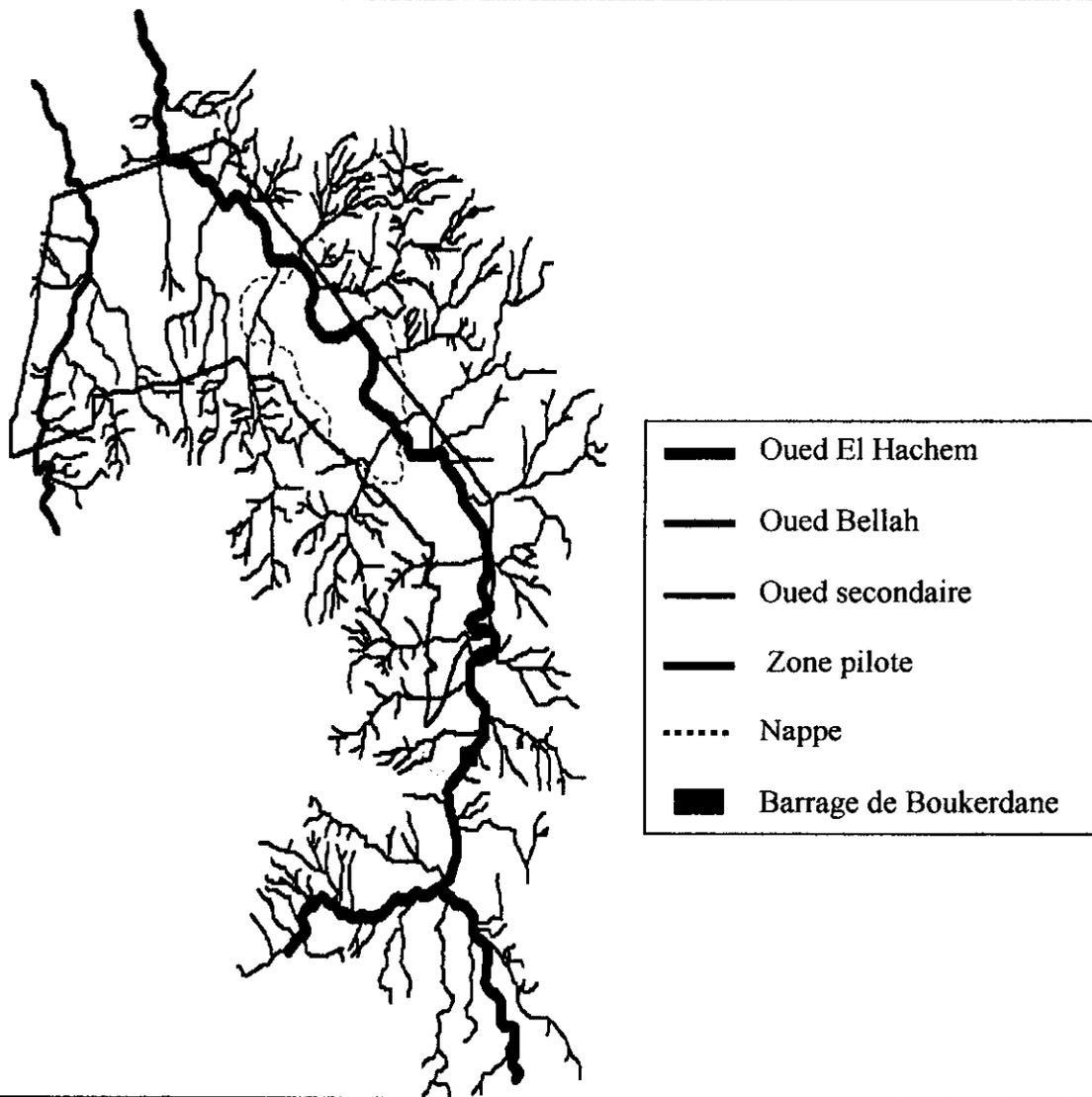
zone (figure7). Elle permet d'établir une carte d'aptitude culturelle, d'indiquer la nature et l'importance des aménagements hydroagricoles souhaitables pour que les sols soient aptes aux cultures indiquées et de définir sommairement des zones de priorité de mise en valeur.

*L'information climatique fait certainement partie des composantes de base et devrait figurer dans cette liste, mais compte tenu de la dimension de la zone d'étude et du fait que celle-ci n'est couverte que par une seule station météorologique, nous avons la même valeur pour chaque paramètre climatique pour toute la zone.*

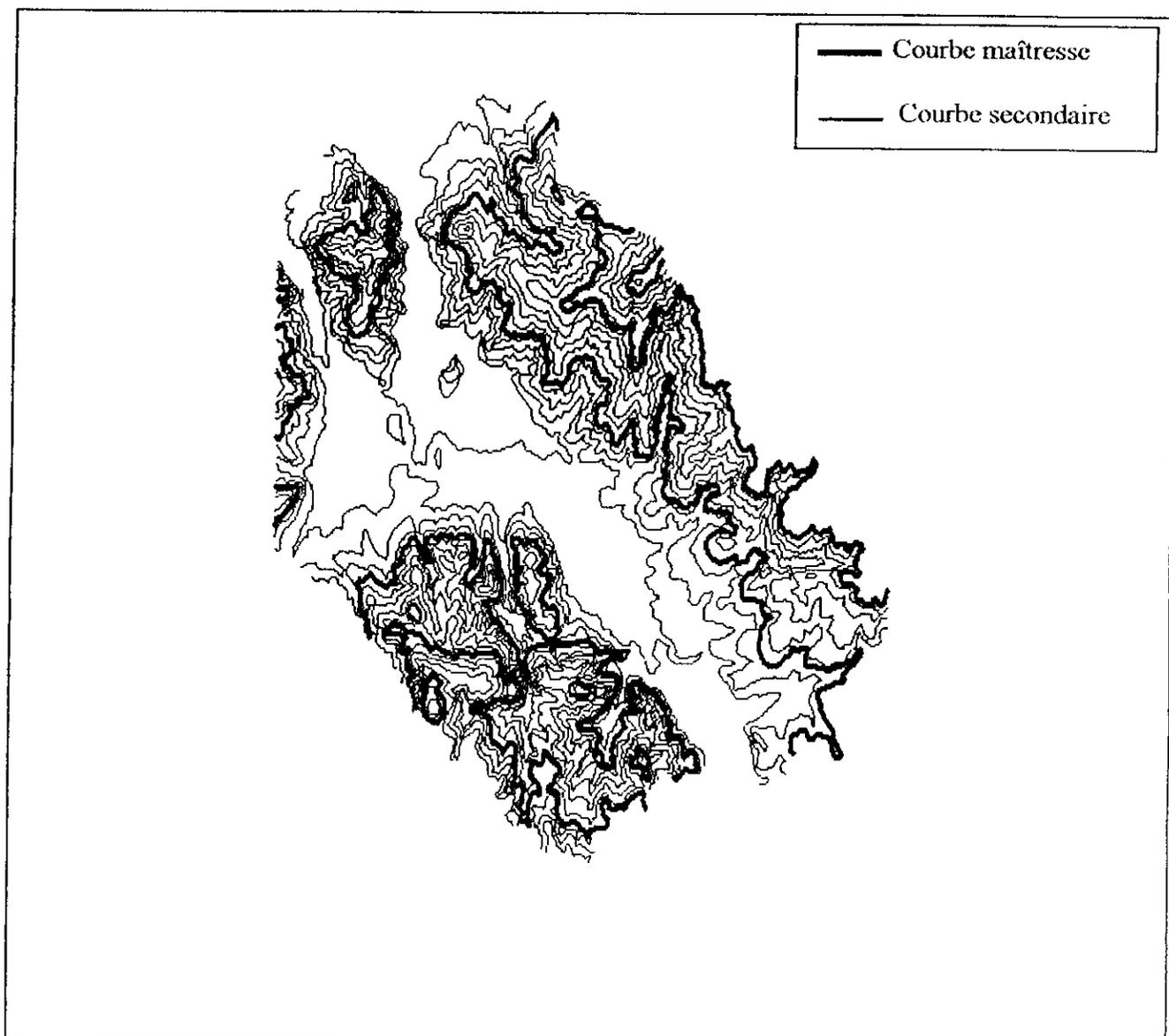
— Délimitation de la szone pilote



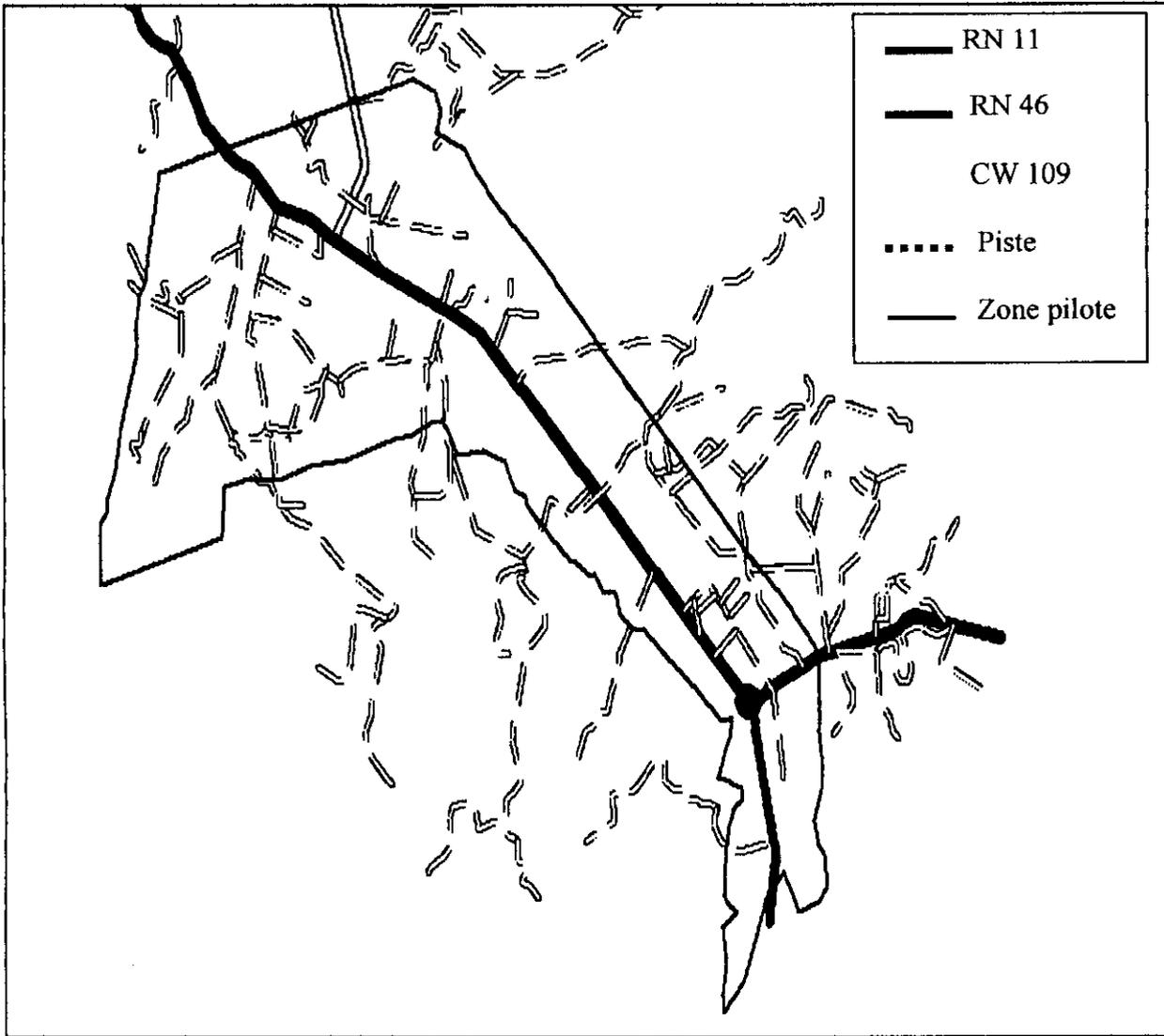
**Figure 3 : Les limites de la zone pilote.**



**Figure 4 : Le réseau hydrographique et les ressources en eaux**



**Figure 5 : courbes de niveau et semis de points cotés.**



**Figure 6 : Le réseau routier.**

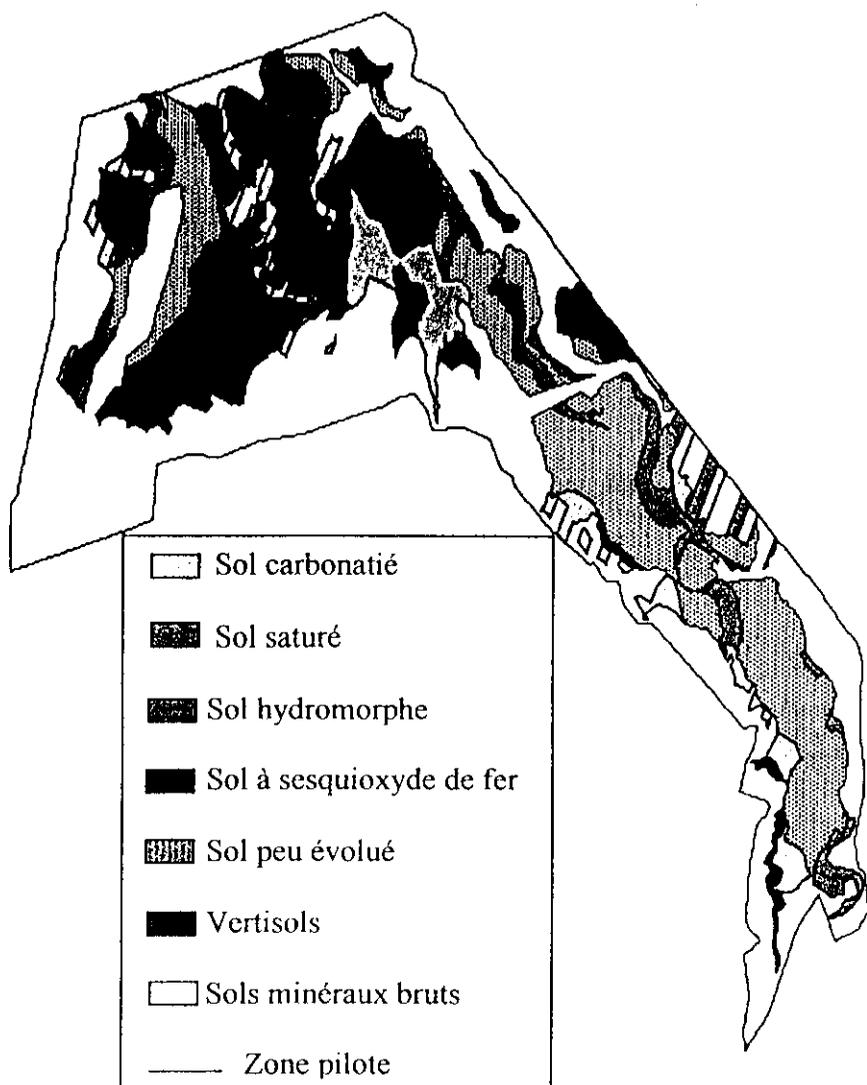
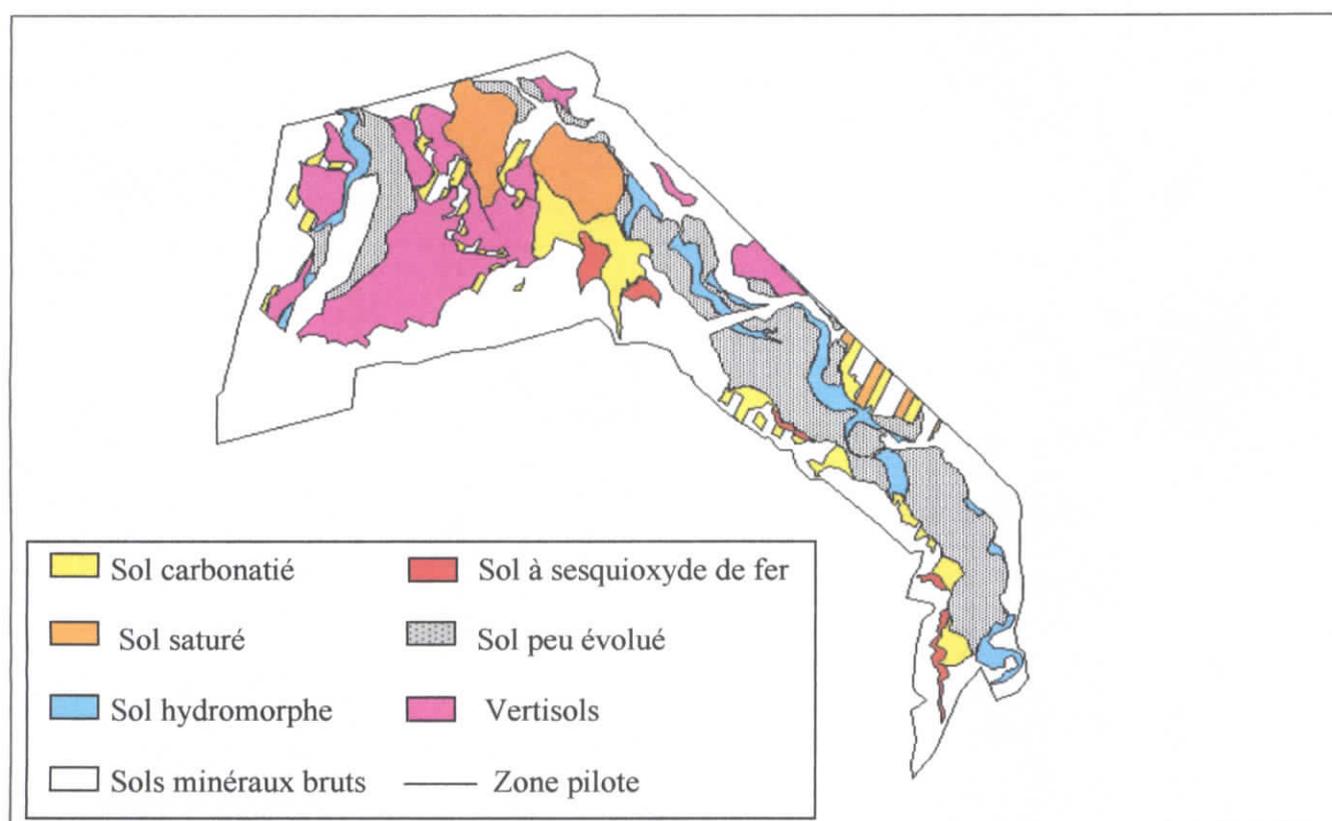


Figure 7 : la carte des sols.

## 6. TRAITEMENT DES DONNEES ET RESULTATS

### 6.1. Elaboration d'une carte des sols et d'une carte des pentes de la zone d'étude à partir du MNT

La délimitation des zones à irriguer se fait à partir des conditions climatiques et des conditions physiques. Les types de paramètres les plus importants sont relatifs aux aspects pédologiques (éléments agronomiques, voir figure 8) et topographique (voir figure 9).

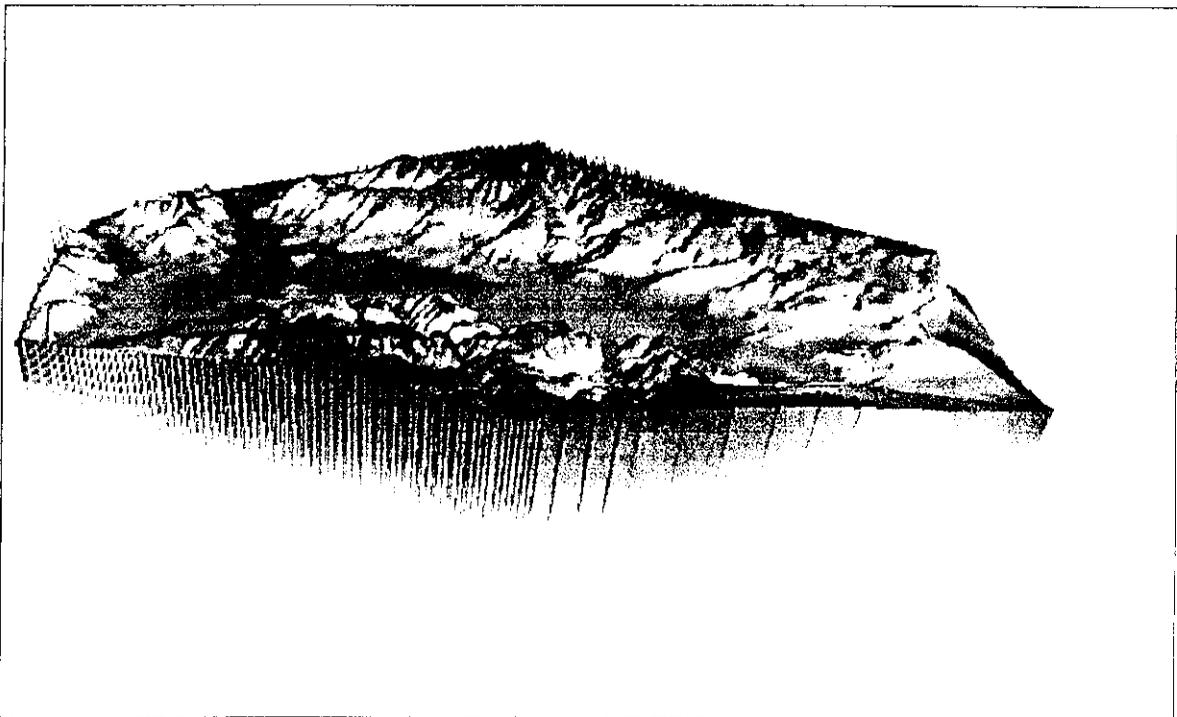


**Figure 8** : la carte des sols.

Suivant ces facteurs, le sol irrigable peut être hiérarchisé en plusieurs classes, en tenant compte des contraintes dues à la topographie, au sol et à l'eau. Il est normalisé en fonction des cultures, des modes d'irrigation et des aménagements fonciers.

La synthèse des analyses utilise à la fois les données spatiales, les données descriptives et les données concernant les normes à respecter.

Le modèle numérique de terrain (MNT) est calculé à partir des couvertures des courbes de niveau, et d'un semis de points, auxquels est appliqué le module TIN.

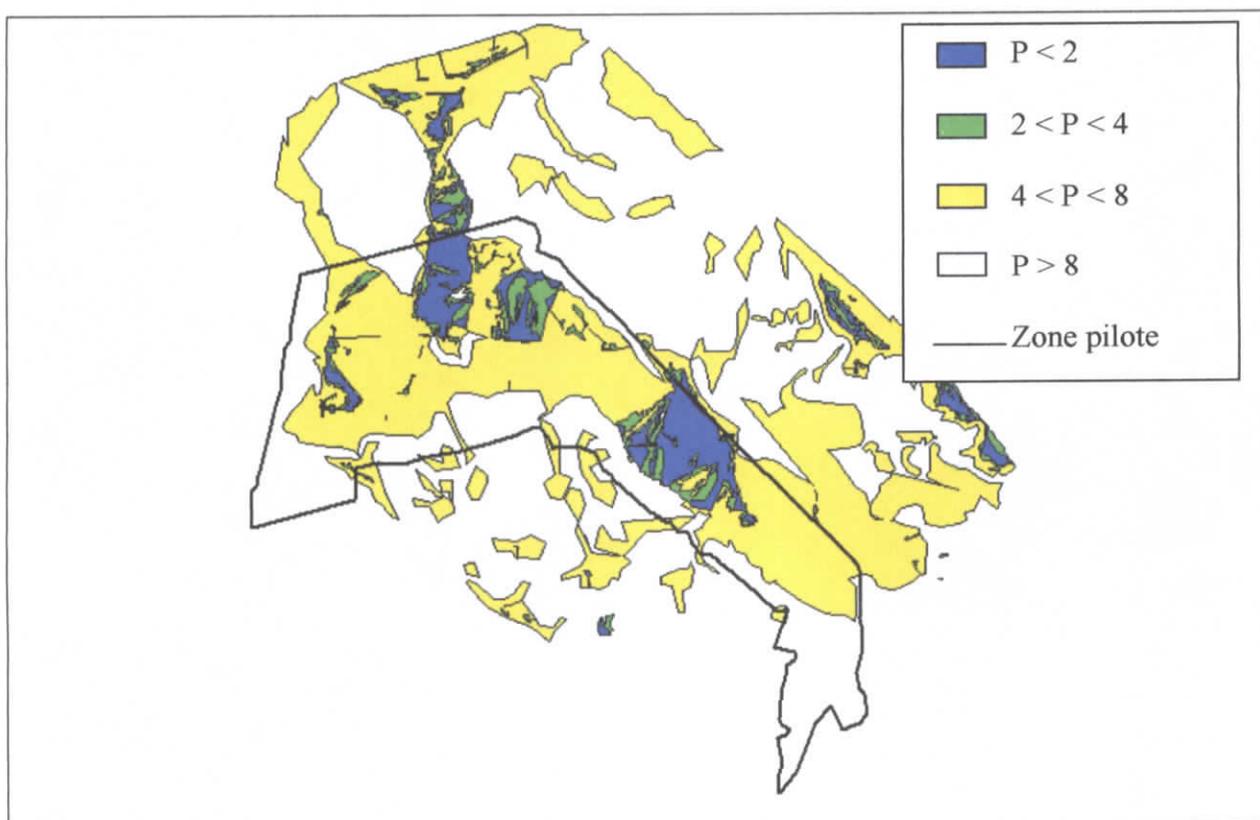


**Figure 9** : le modèle numérique de terrain MNT.

Dans cette application, la constitution d'un MNT a pour objectif, d'une part, de disposer d'une valeur altimétrique en tout point du domaine d'étude, et d'autre part, d'en dériver les paramètres de la morphométrie nécessaires pour les étapes ultérieures.

C'est en particulier le cas pour les deux sous-produits les plus intéressants, le gradient de la pente et l'orientation de la pente. Les produits dérivés du MNT réalisés dans le cadre de cette application sont les suivants :

- Une carte des pentes par classe ;
- Une vue en perspective du terrain.



**Figure 10** : carte des pentes.

À ce stade, nous disposons d'une carte des sols, obtenue par numérisation de la carte thématique pédologique et complétée par des informations sur les caractéristiques physiques. Nous disposons aussi d'un MNT et de ses produits (carte des pentes, carte d'orientation) relatifs à la même zone.

## 6.2. L'élaboration de la carte des aptitudes à l'irrigation

La confrontation de la carte des sols avec celle des pentes permet de dégager une quantité importante d'informations sur la répartition des terres. Dans ce sens, disposant des données nécessaires et bénéficiant des facilités offertes par l'outil SIG, nous avons pu réaliser plusieurs types d'opérations et particulièrement l'étude de la répartition des terres irrigables selon les facteurs *sol-pentes*.

Ainsi, en considérant la carte des sols et celles des pentes, l'opération d'intersection consiste à ressortir l'utilisation du sol couvrant certaines pentes et certaines caractéristiques des sols spécifiés (voir figure 11).

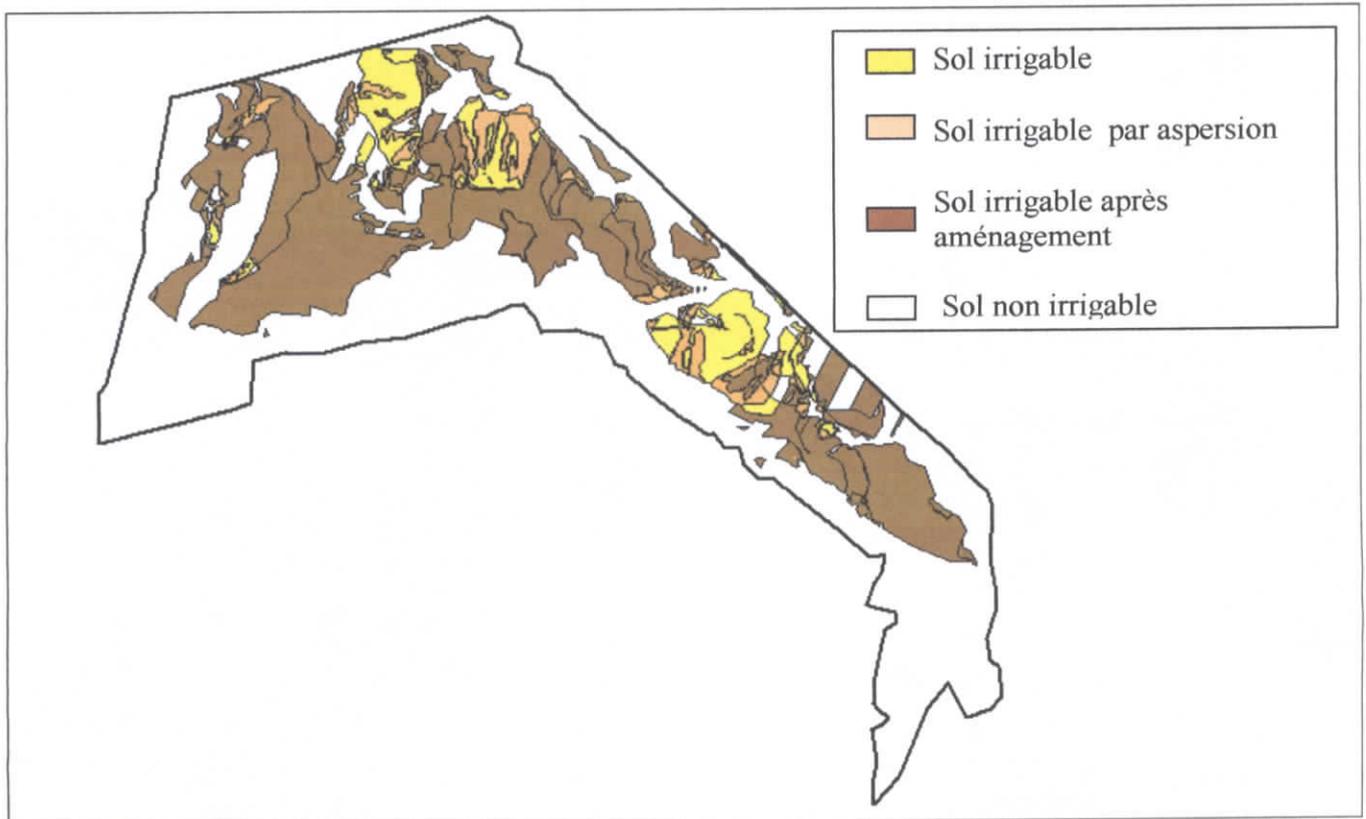
Le tableau de décision est le suivant :

Pente (%)	Classe pédologique du sol	Décision
$p < 2$ $p = 2$	- isohumique - peu évolué - calcimagésique - à sesquioxyde de fer	<u><i>sol irrigable</i></u> : gravité suffisante.
$p > 2$ $p < 4$ $p = 4$	- isohumique - peu évolué - calcimagésique - à sesquioxyde de fer	<u><i>sol irrigable</i></u> : gravité abandonnée au profit de <u>l'aspersion</u> .
$p > 4$ $p < 8$ $p = 8$	- isohumique - peu évolué - calcimagésique - à sesquioxyde de fer	<u><i>sol irrigable</i></u> : mais nécessite un <u>aménagement</u> .
$p > 8$ $p = 8$	- minéral brut - calcimagnésiques sur croûte dure	<u><i>sol non irrigable</i></u> .

**Tableau 7** : sols irrigables suivant les facteurs sols-pentes

**Source** : Billiaux P. Estimation du régime hydrique des sols au moyen des données climatiques. ORSTOM, sér. Pédologie, vol. XVI, n° 3, 1978 ; 317-338.

Le résultat final est illustré à la figure ci-dessous :



**Figure 11** : carte d'aptitude des sols à l'irrigation.

### **6.3. Quantification des besoins en eau : [22],[25],[28]**

L'estimation des besoins en eau peut être réalisé en deux étapes :

#### **6.3.1. Calcul des besoins en eau des cultures (BEC)**

Une fois délimitées les zones potentiellement aptes à une mise en valeur agricole et déficitaires au plan hydrique, il s'agit de déterminer les périodes où les apports sont nécessaires, de quantifier les besoins annuels en eau d'irrigation puis de connaître la

quantité d'eau requise dans le cas théoriquement optimal d'une mise en culture intégrale de ces zones.

L'évapotranspiration de la culture  $E_t_c$  est le produit de l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  et du coefficient cultural  $K_c$  ( $E_t_c = K_c * ET_0$ ). Les besoins nets d'irrigation ( $I_n$ ) sont déterminés par la formule :

$$I_n = E_t_c - P_{\text{efficace}}$$

Où :

$P_{\text{efficace}}$  : pluie efficace

Connaissant la période d'irrigation, la valeur  $I_n$  peut être transformée en débit moyen (L/s) puis en débit continu (L/s/ha). Cette période correspond à la somme des mois agronomiquement secs au cours desquels l'irrigation est nécessaire.

Quel que soit le type de culture envisagé, un mois est agronomiquement sec lorsque :

- $P + RFU < ETP$ , si le mois antérieur est excédentaire ;
- $P < ETP$ , si le mois antérieur est déficitaire.

Où :

$P$  : pluie moyenne mensuelle ;

$ETP$  : évapotranspiration potentielle mensuelle ;

$RFU$  : réserve facilement utilisable mensuelle.

La confrontation des totaux pluviométriques et des ETP mensuelles (ces dernières calculées suivant la formule la plus adoptée au climat local), permet d'évaluer le nombre des mois secs au cours desquels il faut irriguer.

Le choix des cultures s'effectue en fonction des conditions du milieu naturel (pédologie-climat), des objectifs généraux de la planification agricole en Algérie et selon que les cultures se font en sec ou en irrigué.

La collecte des informations sur les cultures comprend la durée du cycle de croissance, les coefficients culturaux et la profondeur d'enracinement, etc. Ainsi, les besoins en eau mensuels de chaque culture peuvent être déterminés.

### **6.3..2. Calcul des besoins en eau du périmètre (BEP)**

Connaissant les besoins unitaires de chaque culture, il convient de déterminer les besoins globaux du périmètre. Dans cette estimation interviennent l'efficacité du système d'irrigation, les superficies mises en jeu par l'irrigation et la répartition relative des différentes cultures ces deux derniers points sont nettement facilités par l'utilisation de l'outil SIG de la même manière que cela a été présenté dans la partie détermination des zones irrigables. On obtiendra ainsi une autre couche d'information liée aux cultures et aux besoins unitaires et globaux du périmètre.

## Conclusion

L'utilisation des SIG pour la planification de l'irrigation requiert dès le début la définition d'une méthodologie dont les objectifs doivent être définis avec précision, avant toute manipulation de logiciel.

La confrontation entre ressources potentielles en eau et en sols et leur usage actuel permet d'ores et déjà au planificateur de préparer les diverses étapes chronologiques d'un plan d'irrigation orienté vers la mise en valeur des terres irrigables.

Le traitement numérique des données dans les SIG pourrait aider à maintenir à jour les informations concernant les terres irrigables et/ou irriguées et par conséquent, la précision du bilan hydrique. En effet, l'utilisateur disposant des données estimatives suffisantes peut aboutir à une meilleure aptitude culturale puis réaliser une planification harmonieuse et rationnelle de l'irrigation.

En combinant les données climatiques, culturales, et le SIG « MapInfo » qui permet des opérations spatiales puissantes pouvant prendre en compte plusieurs facteurs limitants, les résultats quantitatifs sont plus réalistes que les résultats obtenus par les méthodes traditionnelles et peuvent être extrêmement variés.

Les SIG, outils dont la maîtrise et l'adaptation à la réalité locale par valorisation des données existantes sont nécessaires, peuvent apporter une réelle réponse à la planification de l'irrigation. Cependant, leur utilisation requiert une méthode où les objectifs doivent être définis avec précision.

Bien entendu, plus les données sont disponibles et fiables, plus fine sera l'analyse et par la suite les résultats. Les couches d'informations présentées s'interprètent comme un test de faisabilité suivant les fonctionnalités offertes par les SIG.

Notre étude a montré que les SIG sont d'un apport majeur sur plusieurs aspects. L'automatisation, la rapidité de manipulation et la mise en mémoire des données avec capacité de réactualisation ont donné pleine satisfaction.

Enfin, au moment où la technologie offre des possibilités sans cesse croissantes dans ce domaine, il est essentiel de sensibiliser les décideurs afin qu'ils prennent conscience et financent la mise en place de ces outils d'aide à la gestion et à la prise de décision en matière de ressources naturelles.

# Bibliographie

- [1] PORNOU Henri «les SIG : mise en œuvre et application » 1992, édition Hermès.
- [2] revue internationale de géomatique «systèmes d'informations environnementaux et l'aide à la décision »méthodes et outils » ; european journal of GIS and spatial analyses, volume n3, 1998.
- [3] AMOR Laaribi «SIG et analyse multicritère, édition Hermès 2000.
- [4] Jean Paul Cheylan, Gip-RECLUS Montpellier, « représentation de l'espace et du temps dans les SIG ».
- [5] [www.sig-la-lettre.com](http://www.sig-la-lettre.com).
- [6] [www.geo-envirement.com](http://www.geo-envirement.com).
- [7] [www.espaces-naturels.fr](http://www.espaces-naturels.fr).
- [8] logiciel de traitement d'un MNT-analyse comparative : CETE Méditerranée.
- [9] M. ARCHAMBULT, LHENAFF , j-R. VANNEY 1967-documentaire de cartes-principes.généraux-Masson édit, Paris.
- [10] les données dans les systèmes d'information géographique Hermès 1991.
- [11] manuels vertical mapper2.1.
- [12] WORRAL, 1990 apports des systèmes d'information géographique à la planification de l'irrigation.
- [13] BOHLEN M.H., C.S. JENSEN and M.O.SCHOLL, 1999, Spatio-Temporal-Database Management.
- [14] CEMEGRAF- maison de télédétection « au Pakistan, la gestion de grand périmètres irrigués ».
- [15] étude de l'aménagement hydro agricole du périmètre du Sahel (AGID).
- [16] études des ressources en sol (dossier 1B), l'AGID.
- [17] le manuel MapInfo6.5.
- [18] Billiaux P. Estimation du régime hydrique des sols au moyen des données climatiques. ORSTOM, sér. Pédologie, vol. XVI, n° 3, 1978 ; 317-338.

- [19] De Blomac F., GAL R., HUBERT M., RICHARD D., TOURRET C. Arc/Info: concepts et application en géomatique. Hermès, 1994 ; 246 p.
- [20] Duclos G. : Appréciation de l'aptitude à la mise en valeur des sols de Provence. Bull. de l'A.F.E.S n° 6, 1971.
- [21] Durand J. H. Les sols irrigables. étude pédologique. Agence de coopération culturelle et technique. France, 1983; 322 p.
- [22] Henriksen C., HALL L. GIS measures water use in the arid west, USA : Water Resources, Geo Info Systems. July/August, 1992 ; 63-67.
- [23] Laurini R., Millert F. Les bases de données en géomatique. Hermès, 1993 ;340 p.
- [24] MENDAS A.:Thèse de magistère : Apport des systèmes d'information géographique à la planification de l'irrigation. CNTS, 1997 ; 112 p.
- [25] Estimation de l'eau nécessaire à un périmètre d'irrigation par l'utilisation d'un SIG". Journées techniques et scientifiques de l'eau. Blida les 22 et 23 février 1999;13 p.
- [26] Rouet P. Les données dans les systèmes d'information géographique. Hermès, 1991 ; 278 p.
- [27] Smith M. (1992) Cropwat : un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation. Bulletin F.A.O d'irrigation et de drainage n° 46, 1992 ; 133 p.
- [28] VANDEN BULCKE M., J.A. SAGARDOY, N. HATCHO, J.M. BELLOSTAS:" Scheme Irrigation Management Information System. FAO Rome, 1996 ; 238p.

# **ANNEXE 1**

## ***Détail des fonctionnalités du logiciel MapInfo***

### **Cartographiez vos données**

Superposez vos informations et visualisez rapidement les interactions entre vos données, en utilisant n'importe quelle combinaison de couches. Passez d'une vue générale aux moindres détails d'une carte grâce aux outils de zoom. Gestion de tout type d'objets : points (localisation de villes, de clients, d'agences), polygones (limites administratives, zones...), polygones (réseau routier, hydrographique...).

### **Caler des Cartes Raster**

Affichage et calage géographique des images raster : plans scannés, photos satellites ou aériennes.

### **Géocoder**

Fonction qui permet de localiser une donnée en la liant à une autre donnée dont la position est connue.

Note.- En liant l'attribut code postale de l'entité poste de police district I à un fichier de codes postaux dont les positions sont connues, on localise ce poste de police.

### **Analysez vos données**

Superposez vos informations et visualisez rapidement les interactions entre vos données, en utilisant n'importe quelle combinaison de couches. Passez d'une vue générale aux moindres détails d'une carte grâce aux outils de zoom. Gestion de tout type d'objets : points (localisation de villes, de clients, d'agences), polygones (limites administratives, zones...), polygones (réseau routier, hydrographique...)

### **Vues multiples interactives**

MapInfo Professional dispose de trois modes dynamiques de visualisation des données : carte, tableau et graphique. Toute modification des données dans l'une de ces vues se répercute immédiatement dans les autres vues.

### **Attachez des données aux objets**

Des données tabulaires peuvent être associées à tous les objets gérés par MapInfo Professional. Ces informations permettent l'analyse thématique des cartes.

Moteur de requêtes SQL intégré autorisant des sélections des plus simples aux plus complexes nombreuses fonctions de calcul : surface, périmètre, moyenne, somme, coordonnées. Fonction de sectorisation avec simulation en temps réel du poids de chaque secteur.

## Générez des Analyses Thématiques

Choisissez le type de représentation thématique adapté et laissez vous guider par l'assistant pour analyser vos données avec MapInfo Professional, l'analyse thématique est mono et multi variable : dégradés de couleurs, symboles proportionnels, secteurs, histogrammes et valeurs individuelles.

### Création de zones tampon

Délimitez automatiquement une zone autour d'objets sélectionnés.

Sélection d'objets sélectionnés : par distance, par rectangle, par polygone ou simplement de façon manuelle.

### Présentez vos cartes (mise en page)

Agencez les éléments de votre document pour diffuser les résultats de votre analyse.

### Extrait de cartes

Utilisez un pochoir pour ne visualiser que la portion de carte qui vous intéresse.  
Annotez des cartes avec des titres, des commentaires, des symboles, des images...  
Dupliquez de la fenêtre Carte pour obtenir un "clone" de votre présentation.

Etiquetez automatique ou manuel des objets d'une carte.

### Serveur OLE

Placez vos cartes dans tout logiciel client OLE, comme dans votre traitement de texte par exemple, elles peuvent à tout moment y être modifiées.

### MapBasic

#### Environnement de développement pour MapInfo Professional

MapBasic est le langage de programmation idéal pour personnaliser une application MapInfo, étendre ses fonctionnalités cartographiques, automatiser des traitements répétitifs ou intégrer MapInfo dans d'autres applications.

(Dans tout ce qui vient, ce signe ⚡ veut dire une application)

### L'interface MapInfo 6.5 :

⚡ On lance le logiciel, en double cliquant sur l'icône **MapInfo V 6.5**.

Un écran apparaît, il vous permet de recharger la dernière session de MapInfo, telle que laissée lors de la dernière fermeture.

Pour l'instant, choisissez le bouton "**Annuler**".

Une session de MapInfo est désormais ouverte, mais elle n'est pas active, puisque aucune donnée n'est chargée, seules apparaissent la barre de menu générale et deux menus flottants.

L'écran reste en grisé !!!

Il faut charger une table ou un document pour activée une fenêtre MapInfo.

### Ouvrir une table existante :

⚡ **Fichier** ----- **Ouvrir table**

Une fenêtre ouvrir table s'affiche.

Dans le répertoire « **MAP** » ouvrez la table existante « **courbe\_niveau** ».

.On constate qu'une fenêtre carte nommée "**courbe\_niveau**" s'affiche dans la fenêtre Mapinfo.

.Sur la carte on peut se déplacer par le biais dans ascenseurs (Scrolling) en faisant un Zoom avant ou un Zoom arrière.

.Pour visualiser l'information attributaire correspondante, il faut ouvrir une fenêtre de données.

. On y accède par la commande **fenêtre-----données**.

### La relation entre les deux fenêtres :

Quand on sélectionne un objet graphique sur la carte ( une courbe de niveau) l'enregistrement des attributs ( données ) de la même courbe sera sélectionner en même temps.

On manipule donc des objets complets, Objets graphiques et leurs attributs. Malgré que nous avons affiché deux fenêtres mais une seule est active, celle qui a son bandeau de haut coloré (en bleu).

### Remarque:

*L'environnement Mapinfo est donc une interface Homme\_machin, multi-fenêtres.*

### Création d'une nouvelle table:

Tout d'abord, fermez la fenêtre donnée en cliquant sur la croix de haut.

Sur la table graphique, les limites de différents sols que composent le périmètre sont structurées en plusieurs polygones. On peut envisager l'assemblage de ces polygones en un seul; de sorte a formé la limite du périmètre.

Pour cela on doit créer une nouvelle table vierge (sans nom) et faire une copie des polygones qui composent la table " sols " et les assembler ensuite en un seul.

Comment faire !!

 **Menu Principal-----Fichier-----Créer une nouvelle Table.**

Attention : Cette table doit reprendre fidèlement les mêmes caractéristiques géographiques de la table d'origine.

Réduisez la fenêtre de données, et allez à la fenêtre graphique " sols" en cliquant sur son titre (en bleu).

Réalisez la sélection de l'ensemble des polygones, sans oublier aucun.

Outils de sélection **Rectangle** (prenez le soin de sélectionner tout les polygones), faire une copie de cette sélection.

 **1-menu principale-----Edition-----copie**

Avant de coller la sélection dans la table nouvellement crée il faut la rendre modifiable.

Pour cela,

2-Cliquez sur le **contrôle des couches**, cochez la 2ème case-----**OK**.

Collez la copie de la sélection dans la fenêtre nouvellement crée.

**3-Menu principal-----Edition-----Coller.**

En gardant la sélection de l'ensemble des polygones (si non il faut refaire la sélection de nouveau).

Assembler un Polygone  **Menu Principal-----Objet-----Assembler.**

Après cette opération un seul polygone sera visible.

### Fermer une session Mapinfo:

Avant la fermeture de toutes les tables Mapinfo vous averti que la table crée n'est pas enregistrée. Mapinfo, nous propose un nom "sans\_nom" à la table. Effacez ce nom et inscrivez un nom correspondant.

#### **Menu Principal**-----**Tout Fermer**

Après la sauvegarde de la table crée, on peut fermer toutes les tables. L'écran principal de Mapinfo deviendra gris.

Chargez les deux tables empilées en une seule table

#### Ouvrez les deux tables ensemble

Si à l'affichage une seule table est affichée, allez au contrôle des couches

**Ajout**-----sélectionnez la table manquante-----**Ok.**

### Organiser les couches :

L'ordre des couches est important, on peut changer cet ordre initial soit par l'intermédiaire des boutons "monter" et "descendre", soit en cliquant sur une couche et en la déplaçant et en tirant avec la souris dans l'ordre voulu.

### Modifier la Sémiologie des couches:

On peut modifier la sémiologie de chaque couche affichée.

 1- Toujours dans la boîte de dialogue de contrôle des couches, sélectionnez la couche "Lim\_périmetre" et cochez la case modifiable.

2 - Cliquez sur le bouton "affichage" ensuite sur le symbole du polygone et changer par exemple la couleur de la limite du périmètre en rouge et le style du trait en gras 2-----**Ok.**

3 - Sélectionnez la couche "types du sols" et changez la couleur des polygones en vert en gardant le style initial du trait.

*(Ne Sélectionnez pas de trame afin de garder le fond du polygone transparent)*

### Modifier la table graphique :

Vous avez vu que pour créer ou modifier une table graphique, elle doit être affichée dans une couche dessinable.

### Supprimer un objet :

Pour enlever une courbe de niveaux par exemple, on suit les étapes suivantes :

 1- Affichez la table "courbe de niveau" dans une fenêtre graphique, rendez-la modifiable.

2 - Affichez à coté une table de données de la même table.

Sélectionnez dans la 1 ère case vide et qui correspond à cette courbe de niveaux. Cette sélection doit s'afficher automatiquement dans la table graphique.

Le polygone désigné reste en surbrillance rouge.

Au clavier, appuyez sur la touche **Supp** pour supprimer le polygone sélectionné.

3 -Sauvegardez votre table en cliquant en cliquant sur le figuré de la disquette de haut.

**Remarque :** *Vous remarquez que MapInfo malgré qu'il a supprimé la courbe désignée sur la table graphique, par contre dans la table des attributs la ligne réservée aux données de cette courbe est en resté en grisée. En effet MapInfo n'a pas supprimé définitivement ces données*

*(On dit que la table est mitée) mais si vous voulez supprimer physiquement ces données, il faut compacter la table.*

### Compactage d'une table :

On y accède par la commande :

## ⚡ **Table-----Gestion Table-----Compacteur Table-----Ok.**

La table ainsi compactée disparaît de l'affichage mais demeure ouverte, il suffit de l'ajouter dans la fenêtre active.

### La gestion des couches:

Si vous avez pris le soin d'enregistrer la Table "Lim\_périmètre" dans le même répertoire que la table existante "type\_sols" en principe vous trouvez les deux tables.

Vous pouvez vérifier le contenu du répertoire désigné en allant avec l'explorateur de windows. Vous remarquez que MapInfo a bien enregistré la table "Lim\_périmètre" non pas en un seul fichier mais en 04 fichiers attachés à cette seule table.

Attention : *Si Vous voulez transporter votre table vers un autre PC par le biais d'une disquette, vous devez enregistrer les 04 fichiers sans en oublier un.*

### Combinaison des images raster avec les données vecteurs :

On va parler sur l'affichage et le calage des images scannées, et leurs superpositions.

#### \*Calage de l'image raster

Le calage est le processus qui consiste à collecter des informations dans un système de coordonnées (Référentiel cartographique), ce qui va permettre la superposition des différentes tables et donner lieu à une analyse géographique exploitable.

Comment faire !!!!

\* Au préalable vous devez choisir au moins 04 points de calage (dite aussi points d'amers) bien connus et repérés sur la carte topographique scannée (amorces, grille, quadrillage ...) ou des points calculées sur terrain à l'aide d'un GPS. Ces points ne doivent pas être alignés mais réparties sur les quatre coins de la carte, pour que Mapinfo puisse vous calculer la marge d'erreur.

\* Ouvrez l'image scannée à l'aide de Mapinfo et préparez le calage.

⚡ 1- Choisissez **fichier-----Ouvrir Table.**

Dans la case de la liste des fichiers de type, choisissez **Image raster**, puis choisissez le fichier

2- Cliquez sur **Ouvrir.**

\* La boîte de dialogue " Calage de l'image apparaît et présente l'image raster dans sa partie inférieure.

*\* Cette étape est destinée à préciser le référentiel géographique à utiliser pour le calage de l'image.*

⚡ 1- Cliquez sur le bouton "**Projection**" une liste de sélection des différents systèmes cartographiques gérés par MapInfo s'affiche.

Choisissez dans le listing la projection **Algérie : système nord sahara1956 (clarke1880).**

Cliquez dessus une deuxième fenêtre s'affiche sur la quelle est indiquée d'autres projections, choisissez **UTM : ZONE 31.**

Cliquez sur **OK.**

2- Vérifiez les **Unités** Utilisées, choisissez le mètre (ou le degré..).

La dernière étape est destinée à préciser les 04 points de calage. Le premier point se situe par exemple dans la partie inférieure gauche de l'image, déplacez vous avec les ascenseurs de coté.

Allez vers l'emplacement précis du premier point de calage, qui doit coïncider avec la croix de l'image raster.

Placez le curseur (+) à cet endroit et cliquez. La boîte d'introduction des coordonnées s'affiche à vous :

- Sur la case des **X**, tapez la valeur des **coordonnées longitude X** (indiquée sur l'image raster).

- Sur la case des **Y**, tapez la valeur des **coordonnées latitude Y** (indiquée sur l'image raster) et cliquez sur **OK**.

Le premier point de calage apparaît.

Suivez la même procédure précédente pour le calage des autres points.

**Remarque :** *Si l'erreur associée à un point de calage donné est très importante, ceci indique probablement que l'emplacement du point sur la carte n'est pas bon. Reprenez la procédure de calage dans le bon endroit ou carrément supprimez-le, et affectez un nouveau point.*



Fermez toute les tables    **Fichier**-----**tout fermer**.

**\* Affichez la table Raster ainsi crée et renommer-là**



1 - **Fichier**-----**ouvrir une table**.

2 - Dans le répertoire **MAP**,

Sélectionnez la table **Table1**-----**Ouvrir**.

3 - La table qui comporte la carte scannée s'affiche dans la fenêtre, vous remarquez que cette table n'est pas liée à aucune table de données.

Aussi sur cette table vous ne pouvez pas modifier par exemple la toponymie. Aucune correction sur la table raster n'est permise. Néanmoins vous avez la possibilité d'ajouter en sur charge du texte et du dessin après avoir rendu la couche de dessin modifiable.

4 - Le curseur peut vous informer sur les coordonnées géographiques de n'importe quel point de la carte (il se trouve dans la barre inférieure du cadre d'affichage).

5 - Cliquez dans la 1ère case, une boîte de dialogue s'affiche Choisissez "**position du curseur**".

**Renommer la table raster :**

Pour renommée cette table allez à :



**Menu principal**-----**Table**-----**gestion tables**-----**renommer**.

Donnez un nouveau nom à la table, qu'il soit "**courbeniveau**".

**Affichage de la table raster avec la table vecteur :**



Allez au répertoire **MAP**,

1- Ouvrez la table "**Table1**"

2- Si La table vecteur "**Table1**" ne s'affiche pas avec la table raster déjà afficher

Ajoutez la table manquante à l'affichage.

3- Cliquez sur le bouton **contrôle des couches**,

4- Cliquez sur le bouton **ajouter**.

Vous remarquez à l'affichage des deux tables empilées, que le fichier vecteur coïncide exactement avec la table raster.

*Vous en savez maintenant suffisamment sur la combinaison entre les fichiers raster avec les fichiers vecteurs dans le MapInfo.*

Pour passez à la session suivante de Mapinfo, vous devez fermer toute les tables



**Choisissez fichier**-----**Tout fermer**.

**Affichage en superposition des tables raster :**

Vous ne pouvez afficher les tables raster en superposition uniquement s'ils sont calés convenablement.

Il faut donc caler toutes les tables (suivants les 4 coins), ensuite les faire superposer. Vous remarquerez que la superposition des deux tables raster est parfaite et même les tables vecteurs vont se coller facilement.

Vous pouvez ajuster les paramètres de vos tables raster en rendant une de ces tables translucides.

### Affichage des attributs en étiquettes :

MapInfo permet l'affichage des attributs sur une table graphique sous forme d'étiquettes.

Pour gérer les attributs d'une table graphique, on utilise le gestionnaire de couches. Cochez la 4<sup>ème</sup> case (sous le symbole d'une étiquette jaune).

Dans le contrôle de couche, utilisez le bouton " **Etiquettes** " pour définir quel attribut va être affiché et les paramètres d'affichage retenus.

⚡ 1- Ouvrez la table **Contrôle des couches**-----bouton "**Etiquettes**".

Le menu d'option d'étiquettes apparaît, cochez la case "**permettre le chevauchement**"

2- Le sous menu "**Position**" précise le secteur où les étiquettes vont apparaître par rapport au centroïde de l'objet.

Choisissez le centre du polygone.

3- Le sous menu style permet de gérer la sémiologie de l'écriture en choisissant par exemple la police "**Arial**" de couleur rouge, avec une taille de 08; dans la case du "**Halo**" de couleur jaune, enfin donnez un effet de gras italique à votre polices.

4- Cliquez sur **OK**-----**OK**-----**OK**.

### Création d'une carte à classe de valeurs :

Mapinfo propose un large éventail d'analyse thématique, il permet de visualiser les phénomènes et les tendances se dégageant de données.

⚡ 1- Choisissez carte **Analyse thématique**, la boîte de dialogue créer carte thématique apparaît

Sélectionnez le modèle région ranges, transparent diagonal lines.

2- Cliquez sur la 1<sup>ère</sup> icône étiquetée **classe**.

3- Cliquez sur **suivant**, une 2<sup>ème</sup> boîte de dialogue apparaît dans la liste déroulante table choisissez « type\_sols » dans la liste variable choisissez " Pop1987"

Cliquez sur le bouton suivant, une 3<sup>ème</sup> boîte de dialogue apparaît Cliquez sur OK

La carte tramée et sa légende explicative de la trame apparaissent.

### Création d'un fichier document

Dans cet exemple vous allez afficher la table courbeniveau" dans deux fenêtres graphiques avec deux analyses thématiques différentes et les sauvegardées en forme de document.

Toujours dans la fenêtre précédente affichez une 2<sup>ème</sup> fenêtre carte.

⚡ 1- Choisissez dans le menu principale **Fenêtre**-----**carte**

Une 2<sup>ème</sup> fenêtre graphique s'affiche (mais sans l'analyse thématique)

En suivant la même procédure précédente réaliser une analyse thématique d'une autre table.

Les deux fenêtres avec leurs légendes s'affichent en cascade.

2- Ajustez le facteur d'échelle aux deux fenêtres en cliquant dans la 1<sup>ère</sup> fenêtre avec le bouton droit de la souris, une liste déroulante s'affiche,

Choisissez **ZOOM** et cliquez dessus une autre boîte de dialogue s'affiche, en bas dans le rapport d'échelle par exemple 1 Cm= 6.5... (Tapez 6.5 Km) -----**Ok**

3-Ajustez le facteur d'échelle de la 2ème fenêtre avec les mêmes paramètres.  
*Si vous fermez toutes les tables à ce niveau vous perdriez la sémiologie que vous avez mis tant de temps à préparer. Néanmoins MapInfo vous offre la possibilité de sauvegarder votre travail sous forme de document.*

⚡ Choisissez **Fichier**———**Enregistrer document** sous une boîte de dialogue s'affiche, elle vous permet de taper un nom à votre document et vous permet de l'enregistrer dans le répertoire **MAP**.

De cette façon votre table «courbeniveau» est restée intacte ni la trame ni les étiquettes ne seront affichées dans la table.

Mais où est passer votre travail, Est-t-il sauvegarder sous forme d'une table ?

#### Attention :

*La sauvegarde en document n'est pas réellement portable d'une machine à une autre:*

*Il correspond en effet à l'enregistrement d'une session de travail sur un PC.*

*Porte un ".wor" sur un autre PC votre travail risque de ne pas fonctionner si le même chemin n'est pas enregistré dans le 2ème PC.*

MapInfo va enregistrer votre travail d'étiquetage et de symbolisation sous forme d'un document (WORKSHOP) le document va avoir une extension **".wor"** et non **".tab"**

#### Afficher un document :

⚡ **Menu principal**———**Ouvrir document.**

Choisissez -----**"tableX\_Doc.wor"**———**Ouvrir.**

(Les deux fenêtres vont s'afficher avec leurs légendes).

#### Paramétrage de la Fenêtre Légende :

Les deux fenêtres Légende sont parfaitement paramétrables, vous pouvez changer par exemple La police, le titre les autres rubriques. ...

⚡ 1-Sur la légende et avec le curseur cliquez sur le **bouton droit** de la souris, une liste déroulante s'affiche choisissez **propriétés**. Une boîte de dialogue s'affiche,

2-Cliquez sur le bouton **légende**, une 2ème boîte de dialogue (définir légende) s'affiche Changez le titre de la légende « **legendeX**», choisissez une police Arial,10, gras souligné ..

#### Création d'une fenêtre Mise en page :

Dans la fenêtre mise en page le référentiel cartographique devient centimétrique puisqu'on passe à une feuille de papier de format A4 dans le cas de la configuration d'une imprimante et d'un format A0 et plus dans le cas d'un traceur A0 ou un traceur hors normes.

On accède à cette fonctionnalité en utilisant la commande

⚡ 1-**Fenêtre**———**Mise en page.**

2-Une nouvelle fenêtre de Mise en page s'affiche, cochez la 2ème case (un cadre pour chaque fenêtre ouverte).

#### Changer la disposition de la fenêtre mise en page :

Les deux fenêtres s'affichent dans une seule fenêtre de mise en page, changez la configuration (Portrait) de cette fenêtre en format (Paysage)

⚡ 1-**Fichier**———**Configuration de l'impression.**

Dans la boîte de dialogue

## 2-Cochez Orientation———Paysage.

La fenêtre mise en page et le rectangle blanc qui va avec sont liés aux paramètres de l'impression configurés par défaut.

Les cartes affichées dans la mise en page ne sont pas modifiables, sauf pour leurs paramètres globaux (Echelle, forme et dimension du rectangle du dessin ...). Néanmoins elles sont liées d'une manière dynamique aux fenêtres graphiques, c'est à dire si vous changez la taille ou la nature de l'affiche des tables, le changement va influencer significativement l'affichage des cartes dans la fenêtre mise en page.

Les règles de côté sont graduées en Cm (Si à l'affichage l'unité de mesure est Anglaise, vous pouvez changer l'unité de mesure).

⚡ **Préférences———Système———Centimètre.**

### Importation du fichier Excel vers Mapinfo :

S'il s'agit d'un levé Topographique par exemple, le fichier se présente sous format Excel.

⚡ Ouvrez le fichier Excel "Fichier.xls" sous Mapinfo

**Fichier———Ouvrir Table** (choisissez le Type - Microsoft Excel).

Mapinfo déclare alors le fichier (Feuille de calcul) dans son environnement un fichier attributaire (tableau) est créé et une table sera affichée, néanmoins les données restent stockées et liées au fichier initial "fichier.xls" aucun fichier graphique ".dat" n'est créé jusque maintenant, puisqu'il n'est pas possible d'afficher le semi de point dans une table graphique

### Affichage du fichier Excel dans une table graphique :

Gardez la table d'attributs affichée et allez :

⚡ **Table———Créer points.**

Une boîte de dialogue s'affiche, elle vous permet de déterminer les coordonnées x et y a interpolées, le type de symbole des points et surtout la nature de la projection.

Faites correspondre les coordonnées X avec la case de la colonne A

Faites correspondre les coordonnées Y avec la case de la colonne B

- Cliquez sur le bouton projection. Allez à **Algérie : système nord sahara1956 (clarke1880).**

- Cliquez dessus et sélectionnez la Projection **UTM : ZONE 31———Ok**

⚡ Cliquez sur **Ok**

Mapinfo procède au calcul de l'interpolation des points.

La table graphique ne sera pas affichée automatiquement, mais vous devez l'afficher manuellement

Allez à-----**Fenêtre-----Carte.**

Faites afficher ensemble les deux tables graphiques, vous notez que les deux tables se raccordent parfaitement entre elles.

### Calcul de la surface d'un polygone :

Pour calculer la surface, il faut au préalable créer dans la table un champ supplémentaire

⚡ - Dans le menu principale Allez à la **table——gestion des tables——modifier structure.**

- Dans la boîte de dialogue, cliquez sur **ajouter champ——Type——Flottant——OK.**

- Après avoir créé un champ la carte disparaît de l'affichage.

- Vous pouvez vérifier en affichant une table de données (partie sémantique).

Le calcul de la surface se fait comme suit :

⚡ - Dans le menu principale Allez à la **table——mettre à jour colonne.**

- Dans la boîte de dialogue, vérifiez la table et le nom de la colonne à mettre à jour

- Dans la case de **valeur———Allez à expression.**

- Dans la boîte de dialogue-----Allez a **fonction**.
- Choisissez la fonction **Area** et corrigez l'unité de mesure "**Sq Mi**" en "**Sq Km**". (Si vous préférez l'hectare Tapez "**hectare**").

## **ANNEXE 2**

### *Découpage en fuseaux de la carte de l'Algérie*

