

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



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Ecole Nationale Polytechnique

Département Hydraulique



Laboratoire de recherche des sciences de l'eau LRS-EAU

Mémoire d'ingénieur en Hydraulique
Sur le thème :

**Essai de délimitation des zones
Inondables par SIG
Cas d'étude : bassin versant de la
Seybouse**

Réalisée par:
Mr TRADKHODJA Waheb

Encadrée par:
MR: BENZIADA. S

Promotion: 2006 / 2007



Remerciement

A l'issu de cette étude, Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.

Ma reconnaissance va plus particulièrement à :

*Mon promoteur **Mr : Benziada Salim** pour sa contribution à l'élaboration de ce mémoire et pour ses appréciations et ses remarques.*

Aussi 3lilou qui m'a bien aider dans la réalisation de mon PFE.

Ainsi que l'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur de juger mon travail

Tradkhodja Waheb

DEDICACES

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

- *A ma mère et mon père pour tous les sacrifices qu'ils ont consenti à mon égard;*
- *A ma grande mère,*
- *A mes frères : Abderrahim, Rafik*
- *A ma sœur Mounira*
- *A toute la famille : Tradkhodja*
- *A mes amis de Souk-Ahras : Karim, Hakim, Hassen, Didi,*
- *A mes amis : Hamza zer, Rafik, Nabil, tarif, Farouk, Ayoub, joker, Toufik, fateh 3ag, Hamza zid, Badrou, Bilel, Imad, Amar chaoui, Mouh Rebeh,*
- *A toute la promotion hydraulique 2007 surtout : Abdoulaye ; hammou; merouane; omar ; et particulièrement ma très chère Soussou.*
- *A toute mon équipe UNJA de BOURAOUI et ENP*
- *A tout les travailleurs de la cité Bouraoui Amar et l'Ecole Nationale Polytechnique.*

Tradkhodja Waheb

الملخص

إن سهول منخفضات السيوس الواقعة بضواحي عنابة ذات طابع متوسطي لذلك فقد تعرضت لفيضانات كثيرة. لقد استعملنا تقنيات حديثة لمعرفة أماكن وقوع الفيضانات. المرحلة الأولى ، استعملنا منهج للمعلومات الجغرافية لتحضير معطيات مرفولوجية السهل و في مرحلة ثانية المخصصة لجمع ومعالجة معلومات الفيضان بواسطة منهج المعلومات الجغرافية. وفي الأخير قمنا باعداد خرائط تحدد أماكن وقوع الفيضانات في المنطقة.

الكلمات المفتاح : سيق، أماكن وقوع الفيضانات، السيوس، خرائط الاخطار

Résume :

La basse de la Seybouse est une plaine méditerranéenne. Elle est sujette ainsi à de nombreuses inondations. Une application d'outils nouveaux pour évaluer les zones inondables a été effectuée. Dans une première étape, un système d'information géographique pour la préparation des données de la morphologie de la plaine a été utilisé.

Une deuxième étape est consacrée à l'acquisition et traitement des données d'une inondation sur SIG. Et on fin une élaboration des cartes de risque de la plaine est faite à partir des résultats obtenus.

Mots clés : SIG, zones inondables, la Seybouse, cartes de risque.

Abstract :

The bass of Seybouse is a Mediterranean plain. So it was subjects on numerous inundations. An application of new tools to progress the inundables regions was been effectuated. In a first step, a geographic information system for the preparation of the plain's morphologies was been used. A second step used for purchase and treatment the inundation's datum by GDI. Finally, an elaboration of risk's cards for the plain from the previous results obtained.

Keys words: GDI, inundables regions, Seybouse, risk's cards.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : PRESENTATION DU BASSIN VERSANT

INTRODUCTION.....	3
1.SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	4
2. CLIMAT.....	5
Définition.....	5
2.1 Classification.....	5
2.2 Conditions climatiques.....	6
2.2.1 Les Précipitations.....	6
A. Type De Précipitations.....	7
B. Les précipitations dans le bassin de Seybouse	7
2.2.2 La Température.....	8
2.2.3 Les Vents.....	9
3. ETUDE MORPHOLOGIQUE.....	9
3.1 Le relief	9
3.2 Caractéristiques morphologiques du bassin versant.....	10
3.2.1 Caractéristiques de disposition sur plan.....	10
3.2.2 Caractéristiques de forme.....	11
3.2.3 Les caractéristiques de dénivelée.....	12
3.2.4 Indice de pente.....	13
3.2.5 Temps de concentration.....	13
CONCLUSION.....	14

Chapitre II : DESCRIPTIF DE QUELQUES INONDATIONS HISTORIQUES DEVASTATRICES DE L'OUED SEYBOUSE

INTRODUCTION.....	15
1.LES CRUES DE SAISON FROIDE.....	15
2. LA GENESE DES CRUES.....	16
3. LES PRINCIPALES CRUES DE L'OUED SEYBOUSE.....	16
La Crue Du 24 Décembre 1969.....	16
.La Crue Du 28 Mars 1973.....	17
L'événement.....	18

Enquête après les crues.....	19
La Crue Des 18 Et 19 Novembre 1976.....	20
Inondation de Novembre 1982.....	22
Pluviométrie.....	22
Bassin Versants.....	22
Les Ecoulements.....	23
CONCLUSION.....	24

Chapitre III : MODELE NUMERIQUE D'ALTITUDE

1. DEFINITION	26
2. ELABORATION DU MODELE NUMERIQUE D'ALTITUDE DE LA ZONE D'ETUDE.....	27
2.1 Introduction.....	27
2.2 Création Du MNA De La Zone D'étude.....	27
2.3 Intégration Des Données Dans Le SIG MAPINFO.....	28
Intégration de la carte topographique.....	28
Calage de l'image.....	28
Digitalisation.....	29
Interpolation.....	31
3. CONCLUSION.....	35

Chapitre IV : ELABORATION D'UN SIG POUR LA DELIMITATION DES ZONES INONDABLES

1. IDENTIFICATION DU SITE.....	36
Situation géographique.....	36
Réseau hydrographique.....	36
Contexte socio-économique.....	37
2. DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES CLIMATOLOGIQUES ET HYDRODYNAMIQUES DU SITE.....	37
Climatologie de la zone d'étude.....	37
Précipitation météorique.....	38
Température.....	38
Hydrologie De La Surface.....	39
Morphologie de l'oued.....	39
Evolution du débit en fonction de la pluie.....	40
2.2.2.1 Effet des variations spatiales de la précipitation sur le débit de l'oued.....	41

3. LES INONDATION DE DECEMBRE 1984	42
Réseau hydropluviométrique.....	42
1. Fonctionnement Du Réseau.....	42
2. Dommages dur le réseau.....	42
3. Mesures de débit.....	43
Précipitations.....	43
1. Pluies antécédentes.....	43
2. Episode pluvieux.....	43
3. Répartition temporelle.....	44
4. Intensités.....	44
5. Conclusion.....	44
Ecoulement.....	44
1. Introduction.....	44
2. Description des crues.....	45
3. Caractéristiques des crues.....	45
4. Coefficient de ruissellement.....	47
Inondations Et Débordements.....	47
1. Lieu de Débordements.....	47
2. Cause Des Débordement.....	48
4- ELABORATION D'UN SIG POUR LA DELIMITATION DES ZONES À RISQUE D'INONDATION DE LA PLEINE DE SEYBOUSE ; ANNABA	49
4.1 Introduction.....	49
4.2 Le SIG De La Plaine De Seybouse.....	50
4.3 Acquisition Des Données.....	51
4.3.1 Cartes De Base.....	51
4.3.2 Cartes Dérivées.....	51
4.4 Zones Exposées À L'alea D'inondation.....	52
4.4.1 Introduction.....	52
4.4.2 Démarche De Travail.....	52
4.5 Carte Du Risque De L'inondation De La Plaine	52
CONCLUSION	58
<hr/> <hr/>	
CONCLUSION GENERALE	59
BIBLIOGRAPHIE	60

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre II : DESCRIPTIF DE QUELQUES INONDATIONS HISTORIQUES DEVASTATRICES DE L'OUED SEYBOUSE

II.1. Pluviométrie Dans Les Différentes Stations	22
--	----

Chapitre IV : ELABORATION D'UN SIG POUR LA DELIMITATION DES ZONES INONDABLES

IV.1. Variations mensuelles des précipitations au niveau de la station de Pont Bouchet (1980 – 1999).....	38
IV.2. Valeurs moyennes de la température à la station de l'Aéroport (1977-1997)..	39
IV.3. Classification du débit en fonction du nombre d'observations.....	40
IV.4 : Evolution du débit en fonction de la précipitation.....	41

TABLEAU DES FIGURES

Chapitre I : PRESENTATION DU BASSIN VERSANT

- I.1. Le Bassin versant de bassin versant du Seybouse.....
- I.2. Carte du bassin versant de la Seybouse et son réseau hydrographique.....

Chapitre III : MODELE NUMERIQUE D'ALTITUDE

- III.1. carte topographique sous MAPINFO 7.5.....28
- III.2. Enregistrement des données sous MAPINFO 7.5.....30
- III.3. Courbes De Niveaux De La Pleine Digitalises SOUS MAPINFO7.5.....30
- III.4. Extraction Des Points Depuis Les Courbes De Niveaux Digitalises.....31
- III.5. Les Etapes D'interpolations.....32
- III.6. MNT25 De La Pleine De Seybouse Sous VM 3.0.....33
- III.7. 3D De La Pleine Du Seybouse.....34
- III.8. Carte Des Pentés De La Pleine De Seybouse.....34

Chapitre IV : ELABORATION D'UN SIG POUR LA DELIMITATION DES ZONES INONDABLES

- IV.1. Profil en long du oued Seybouse.....37
- IV.2. Hydrogramme De Crue.....48
- IV.3. variations du hauteur de la lame d'eau pendant la crue49
- IV.4. Carte d'inondations 29-12-84 au 03-01-85 Echelle : 1/5000053
- IV.5. Carte d'inondations 29-12-84 au 03-01-85 sous MAPINFO 7.5
Echelle: 1/5000054
- IV.6. Carte de la pleine 1/25000 (Limite D'inondation)54
- IV.7. Modèle numérique d'altitude de la pleine (MNT25)(Limite D'inondation)..55
- IV.8. MNT25 (contour des zones inondables)55
- IV.9. 3D de la pleine sous VM 3.0 (Limite D'inondation).....56
- IV.10. Réseaux routiers digitalise sous MAPINFO 7.5 (Carte de vulnérabilité) ...56
- IV.11. Carte De Risque D'inondation De La Pleine De Seybouse 1/2500057

Introduction générale

Ces dernières quinze années ont été marquées par un essor de l'information géographique et un fort développement, qui a donné lieu à l'avènement de la géomatique.

Actuellement, les données géographiques sont définies comme des données à référence spatiale. Elles sont largement disponibles sous la forme traditionnelle de cartes, avec possibilité de numérisation manuelle ou automatique, sous forme de bases de données avec une volonté de normalisation pour un partage et un transfert des informations, et sous forme d'images.

Ce dernier type de données est acquis et traité par la télédétection, qui correspond à l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer les caractéristiques physiques d'objet, par des mesures effectuées à distance. Les données d'observation de la terre sont caractérisées par leur homogénéité et leur objectivité, ainsi leur disponibilité à une échelle mondiale ; la répétitivité des observations permet de mettre en œuvre des analyses multi temporelle.

Ces nouvelles technologies ont permis de construire de nombreux produits dérivés, dont le Modèle Numérique de Terrain (MNT), il est l'information numérique renseignant le relief de la surface topographique. Ce produit numérique offre des représentations du terrain variables suivant les données sources utilisées (carte, mesures, images) et sa méthode de construction.

Il est utilisé dans des domaines applicatifs très variés tels que les sciences environnementales, ainsi que dans le domaine industriel pour télécommunications et l'exploration pétrolière.

Ce boom de l'information géographique et de la géomatique a conduit dans de nombreuses applications à l'utilisation croissante des systèmes d'information géographique (SIG).

Ces systèmes d'information correspondent à des outils d'aide à la décision permettant l'acquisition, l'archivage, l'analyse et l'affichage des données, par abstraction afin de modéliser le monde réel. Ils sont notamment utilisés pour la cartographie des risques naturels, tels que le risque d'inondation.

Si l'homme a acquis, grâce à de nouveaux outils, une riche information sur son environnement, il reste soumis au risque naturel d'inondation.

Les inondations représentent, par la gravité de leurs conséquences sur le plan humain et matériel, le risque naturel majeur dans le monde, comme nous le rappellent les événements passés (crue de Huang Ho 1987).

Pour faire face à ce risque d'inondation, il est nécessaire de se donner des outils pour répondre à trois objectifs complémentaires :

- la prévention des événements exceptionnels, pour pouvoir anticiper les inondations en temps réel
- la gestion de crise, pour réduire au mieux les dégâts une fois l'alerte de crues donnée
- Et enfin la prévention des inondations, pour déterminer quels sont les événements susceptibles de se produire dans le temps et dans l'espace (par exemple avec des cartes de risque).

Dans le cadre de la prévention du risque d'inondation, le défi de ce travail est d'arriver à délimiter les zones inondables de la plaine du bas de la Seybouse en intégrant les données d'observation de la terre, pour caractériser la topographie, le MNT doit permettre de déterminer les zones à risque d'inondation.

Dans une première partie, les principales caractéristiques du bassin versant de la Seybouse sont présentées. Quelques inondations historiques du bassin versant de la Seybouse sont décrites en second lieu. Suivie d'une troisième partie, dans laquelle les différentes étapes de l'élaboration d'un modèle numérique de terrain du site est abordée.

Enfin, la dernière partie du travail traite de l'application d'un logiciel SIG pour un essai de la délimitation des zones inondables du site étudié.

Chapitre I

Présentation du bassin versant

INTRODUCTION

La Seybouse comme l'indique la figure N° I.1 est située dans l'est Algérien. C'est un oued méditerranéen, né dans les hautes plaines semi arides sur les revers méridional de l'atlas Tellien. Il coule du sud au nord, il est continental par sa naissance dans un milieu semi désertique ; Atlasique d'influence montagnard par ses principaux affluents de rive droite et rive gauche, méditerranéen enfin dans son cours inférieur. La Seybouse est donc un oued bien singulier.

L'étude de cet oued comporte la description de différents facteurs qui influencent son régime et en premier lieu sa situation géographique.



Fig. I.1 bassin versant du Seybouse

1- SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Le bassin de la Seybouse présente des ensembles naturels fort variés. Il couvre un site de (6471 Km²). L'oued Seybouse dont l'embouchure se trouve près de la ville d'Annaba, s'étend vers le sud sur une distance de 160 Km jusqu'au confins de l'atlas saharien. C'est dans son secteur moyen que le bassin atteint sa largeur maximale 120 Km du Djebel Ouahch (source de l'oued Semendou à l'ouest), jusqu'à l'oued EL Kebir à l'est.

Il occupe la troisième place quant à la superficie après l'oued EL Kebir du Rhumel et l'oued Medjerdah-Mellegue en territoire Algérien. Au nord-est, il n'est séparé de la Tunisie que par les territoires tributaires de l'oued Bounamoussa. Au sud, le bassin de haute Cherf qui n'est autre que celui du cours supérieur de la Seybouse, atteint les hautes plaines à une altitude variant entre 800 m et 1000 m. Ici la limite du bassin reste un peu indécise car les petits cours d'eau sont très irréguliers et divagant et n'ont pas encore une direction bien définie.

Au sud-ouest, la limite du bassin correspond à la haute plaine de Sellaoua qui appartient seulement dans sa moitié nord au bassin de la Seybouse vers le nord-ouest. Ce dernier est encore limitrophe du bassin de l'oued Boumerzoug par les monts des Oued Rahman, par le Djebel EL Djerb (1142 m) et le massif calcaire du Djebel Aumsettas (1326 m).

Plus au nord la limite passe par les Djebels El Haria, Djebel El Doda, Settah El Meida (1181 m), Kef El Asfar (1018 m) et enfin Djebel Ouahch (1281 m). Pour former ensuite presque un angle, droit vers l'est pour suivre un axe dirigé est-ouest appelé chaîne Numidique. Au niveau de ce dernier la limite du bassin de la Seybouse fait un coude vers la gauche et prend une direction nord-sud en passant à l'ouest du village de Nechmaya ; à l'est du lac Fetzara et remonte la ligne de crête du massif de l'Edough 1008 m.

Le bassin de la Seybouse est aussi enserré entre de bassins de moindre importance du lac Fetzara à l'ouest et de l'oued Bounamoussa à l'est.

Dans cette région ainsi définie, nous pouvons distinguer en allant du sud vers le nord, trois zones principales :

- Le bassin de la haute Seybouse
- Le bassin de la moyenne Seybouse
- Le bassin de la basse Seybouse

2- CLIMAT :

DEFINITION :

On appelle « climat » l'ensemble fluctuant des conditions atmosphériques caractérisé par les états et les évolutions du temps d'un domaine spatial déterminée. On appelle aussi le climat l'état moyen de l'atmosphère de la terre à un endroit donné dans un intervalle de temps déterminé.

2.1 CLASSIFICATION :

Une des premières tentatives pour classifier les zones climatiques du monde a été étudiée par PIETKIEWICZ. Il a divisé la terre en six macro-climat ; selon leur position sur le globe et se basant presque uniquement sur la latitude des régions. Il divisa ensuite ces zones en sous climats à partir des deux facteurs ; les précipitation et la température ; la division climatique d'après PEITKIEWICZ est la suivante :

-Zone I : climat chaud comprenant la zone équatoriale, ce climat est caractérisé par une température moyenne annuelle qui ne descend jamais sous 18⁰ c. On peut trouver trois types de climat :

- a- type équatorial
- b- type tropical
- c- type de mousson

- Zone II et zone III : zone située le long des tropiques, avec des climats de type sec et tempéré, ces deux divisions sont caractérisées par des précipitations inadéquates. Dans la zone II, on retrouve le désert ou il y a absence totale d'eau. La steppe est une zone de transition entre le désert et le climat tempéré.

Dans la zone III on retrouve la mousson chinoise où les hivers sont secs et les étés pourvus de pluies abondantes, et le type méditerranéen qui connaît l'inverse. Une autre caractéristique de la zone III c'est la température moyenne annuelle qui n'est presque jamais inférieure à 6⁰c.

-Zone IV: région à climat frais aux deux hémisphère : ici on retrouve deux sous climats : le tempéré maritime caractérisé par un hiver doux et le continental avec un hiver plus rude.

-Zone V: région à climat froid située près de pôle ; cette zone a trois types d'écosystèmes.

a- toundra

b- permafrost

c- région montagneuse élevée.

-zone VI : climat de montagne.

En fonction des caractéristiques spécifiques propres au bassin de la Seybouse. Ce dernier est caractérisé par un climat méditerranéen et appartient à la zone III.

2.2 CONDITIONS CLIMATIQUES :

Les conditions climatiques plus que d'autres facteurs qui régissent l'écoulement fluvial ; jouent

Un rôle déterminant dans le régime d'un cours d'eau.

Parmi les facteurs climatiques qui conditionnent l'écoulement, on cite tout d'abord les précipitations :

2.2.1 LES PRECIPITATIONS

Définition :

Les précipitations constituent un phénomène physique qui décrit le transfert d'eau, dans sa phase liquide (pluie) ou solide (neige, grêle) entre l'atmosphère et le sol.

La vapeur d'eau de l'atmosphère se transforme en liquide lorsqu'elle atteint le point de rosée ; soit par refroidissement ou par augmentation de la pression. Ce changement est occasionné par un des phénomènes suivants :

- Condition thermique lorsqu'une masse d'air et en contact avec une surface plus froide ;
- Changement soudain de pression atmosphérique produit à l'approche d'un cyclone;
- Mélange de deux masses d'air ayant des températures différentes.

A- Type de précipitations :

Les précipitations atmosphériques peuvent être classées en trois types différents :

A.1- Précipitations cycloniques :

Ce type de précipitations est associé aux surfaces de contact entre les masses d'air de température et d'humidité différentes. A l'endroit où ces masses d'air se rencontrent (région de convergence), de gigantesques tourbillons se produisent et les masses les plus chaudes et les plus humides, donc les plus légères, sont énergiquement poussées en altitude. Il en résulte un refroidissement adiabatique et une condensation.

Généralement, le phénomène cyclonique produit des précipitations importantes et prolongées.

A.2- Précipitations de convection :

Par temps calme, lorsque l'air est saturé ou non. Le voisinage du sol est chauffé par la radiation solaire, des masses d'air se dilatent et s'élèvent. Au cours de leur ascension, elles se refroidissent adiabatiquement et atteignent leur point de condensation. La durée de ce type de précipitation est assez courte -moins d'une heure- mais son intensité est très grande.

A.3- Précipitation orographique :

Lorsque les vents chargés d'humidité, soufflant ordinairement des océans vers la terre; abordent une zone montagneuse, les masses d'air humide ont tendance à s'élever et la détente qui en résulte produit un refroidissement adiabatique.

B - Les précipitations dans le bassin de Seybouse :

Les précipitations sont de loin l'apport le plus important, et agissent directement dans l'alimentation de la Seybouse. Le bassin de la Seybouse présente diverses zones pluviométriques distinctes.

B.1- Au nord :

Une zone pluviométrique relativement homogène qui dépasse (900mm) et qui correspond à la plaine d'Annaba.

B.2- Au centre :

Au centre du bassin le cloisonnement du relief entraîne une mosaïque de climats locaux, cet ensemble de dépressions (Guelma, Bouchegouf, Oued Zenati) introduit des écarts marqués dans la pluviométrie moyenne indépendamment de l'altitude ou de la distance à la mer (602 mm) à la station de Ain Berda, (530 mm) à la Guelaat Boumba.

Dans le grand ensemble qui est l'Atlas Tellien, la pluviométrie est entre 600 mm et 700 mm couvre tout le Djebel Mahouna et la haute Bouhamdane.

B.3- Au sud :

Au sud de l'Atlas Tellien la répartition de pluies apparaît comme homogène, ce sont les hautes plaines qui s'individualisent par un climat méditerranéen continentale plus sec cernées par l'isohyète 500 mm.

2.2.2 LA TEMPERATURE :

Pour bien décrire le facteur température dans la Seybouse, on désigne les deux saisons thermiques suivantes :

A- Saison chaude :

Elle est marquée par l'augmentation générale de la température dans le bassin. Les maximums absolus sont partout élevés en juillet, particulièrement à l'aval et l'amont du bassin, 46 °C à Annaba, 34,9 °C à Ain Berda, et 35,6 °C à Guelma.

Les moyennes minimales sont 15,4 °C à Annaba, 19,9 °C à Ain Berda, 19,8 °C à Guelma, 15,1 °C à Sedrata.

B- Saison froide :

Elle est caractérisée par des moyennes mensuelles inférieures à 17 °C de novembre à avril et un minimum en janvier. La décroissance de la valeur thermique vers le sud s'explique par la continentalité et l'altitude. Sedrata à 80 m d'altitude enregistre 5,3 °C en janvier, Guelma à 230 m d'altitude et à 64 Km du littoral enregistre 10,5° C. Ain Berda a 76m d'altitude et à 35 Km de la cote enregistre 11,9 °C. Et enfin, Annaba à 3m d'altitude a une température mensuelle observe de 11,8 °C.

La moyenne minimale mensuelle varie entre 0,3 °C à 3,3 °C dans la plaine littorale et la haute plaine de Sedrata et de 8,4 °C sur l'Atlas Tellien et la chaîne Numidique, pendant les trois mois consécutifs de décembre, janvier et février.

Enfin, Les minima absolus observées vont jusqu'à -6,3 °C à Sedrata en décembre et 2 °C à Annaba en mars.

2.2.3 LES VENTS :

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat, malheureusement il est un de ceux dont l'observation et l'étude rencontre le plus de difficultés. Dans le bassin de la Seybouse on ne possède que deux stations anémométriques, celle de Seraidi en montagne et dominant Annaba et la seconde en plaine à de l'aéroport de Annaba les Salines.

La première station fonctionne depuis novembre 1950. Tandis que la deuxième est en service depuis 1942.

Le vent le plus dominant sur le bassin est celui qui traverse perpendiculairement l'Atlas Saharien et l'Atlas Tellien, et qui se réchauffe par compression adiabatique sur les versants descendant. Ce vent dit « Siroco » est chaud et desséchant. Il souffle plus souvent au nord, particulièrement sur la zone littorale. Ce vent abaisse fortement l'humidité relative et augmente rapidement l'évaporation.

3- ETUDE MORPHOLOGIQUE :

Introduction :

Les traits morphologiques qui caractérisent les vallées actuelles du bassin de la Seybouse sont le résultat d'une évolution au quaternaire et qui continue à l'heure actuelle. Comme le bassin ne correspond pas à proprement parler à une région naturelle homogène, plusieurs types de glacis et terrasses se dégagent d'amont en aval. Ces derniers montrent la complexité morphologique et tectonique du secteur.

On a pu constater la discontinuité des terrasses tout le long de la Seybouse qui traverse trois domaines hydroclimatiques et morphologiques différentes, où l'oued rencontre soit des dépressions comme celle de Guelma, soit des vallées basses.

3.1- Le relief : Le relief est un facteur essentiel ; il détermine en grande partie l'aptitude au ruissellement des terrains, l'infiltration ; et l'évaporation. C'est un élément capital dans le comportement hydrologique d'un bassin versant.

Pour la description du relief on distingue trois régions différentes :

Le bassin de la haute Seybouse : Caractérisé par des chaînons septentrionaux constituent une succession d'anticlinaux, et de cuvettes synclinales.

La moyenne Seybouse : Constitue la zone la plus troublée du bassin ; caractérisée par des plissements qui sont des anticlinaux de direction SE-NE ; où le relief présente une dissymétrie générale.

La basse Seybouse : dans cette zone l'oued Seybouse fraie sa voie entre Bouchegouf et Drean de direction sud-nord, à travers la zone septentrionale. La Seybouse reçoit de l'ouest oued Ressoul, un affluent assez dynamique qui draine la région de Ain Berda

3.2-Caractéristiques morphologiques du bassin versant

L'utilisation des différents paramètres morphologiques a pour but la quantification des facteurs caractéristiques du milieu physique d'un bassin versant a fin de trouver les causes des variations du régime hydrologique d'un bassin à un autre.

3.2.1Caractéristiques de disposition sur plan

a- Surface

La surface du bassin versant (Fig N°I.2) a été déterminée par la méthode graphomécanique utilisant un planimètre, la surface obtenue est 5955 Km².

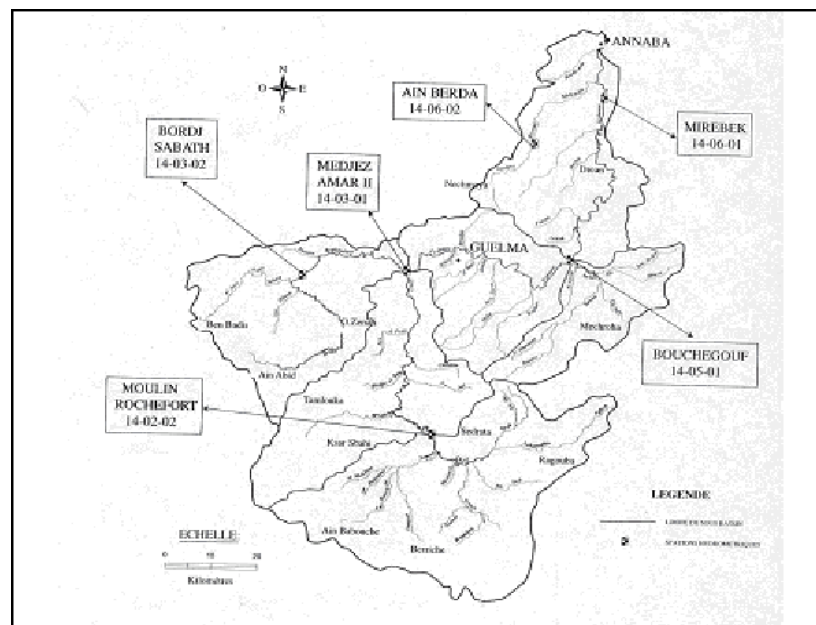


Fig. N°I.2 Carte du bassin versant de la Seybouse et son réseau hydrographique

b- Périmètre

L'utilisation d'un curvimètre a relevé un contour du bassin versant de 330 Km.

3.2.2. Caractéristiques de forme

Elles englobent les paramètres purement géométriques du bassin. On peut les représenter par :

a- Coefficient de compacité de Gravellus

Il est défini comme étant le rapport du périmètre stylisé du bassin versant au périmètre du cercle ayant la même superficie. Plus ce coefficient s'approche de 1, plus la forme du bassin versant sera ramassée, plus le temps de concentration sera court.

$$K_c = P \div 2 \sqrt{\pi A} = 0.28 P \sqrt{A} \quad (\text{Roche 1963})$$

Avec K_c : coefficient de compacité de Gravellus

P : périmètre du bassin versant en (Km)

A : superficie du bassin versant en (Km²)

En ce qui nous concerne, $P = 330$ Km et $A = 5955$ Km². Nous obtenons :

$$K_c = 1.20$$

D'après cette valeur, nous déduisons que notre bassin versant possède une forme allongée.

b- Rectangle équivalent

Ce paramètre introduit par M. Roche permet la comparaison facile des bassins versants entre eux du point de vue de l'influence de leurs caractéristiques sur l'écoulement en substituant le bassin versant à un rectangle dont la surface et le périmètre est égal à ceux du bassin versant. Les dimensions du rectangle équivalent sont obtenues, comme suit :

$$\text{Longueur: } L_R = K_c \sqrt{A} \div 1.128 \sqrt{1 + \left(\frac{1.128}{K_c}\right)^2}$$

$$\text{Largeur } l_R = K_c \sqrt{A} \div 1.128 \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{K_c}\right)^2}$$

Où L_R : longueur du rectangle équivalent en (Km)

l_R : largeur du rectangle équivalent en (Km)

K_c : coefficient de compacité

A : superficie du bassin versant en (Km²)

Les résultats sont pour le bassin de l'Oued Mellah : $L_R = 110.1 \text{ K m}$; $I_R = 54.1 \text{ Km}$

c- Quotient des composants

C'est le rapport de la longueur du rectangle équivalent à sa largeur

$$C = L_R / I_R$$

Pour notre cas $C = 2.035$

L'observation de dimension du rectangle équivalent et du quotient des composants confirme l'allongement du bassin versant. Il est cinq fois plus long que large. Il est à noter qu'un ruissellement dans un bassin versant allongé met plus de temps pour arriver à l'exutoire, que le temps que met un ruissellement dans un bassin rétréci.

3.2.3. Les caractéristiques de dénivelée

Il est aisé de comprendre que le relief à une forte influence sur l'hydrogramme de crue n'est un facteur essentiel pour déterminer l'aptitude des terrains au ruissellement.

On caractérise souvent le relief par une courbe hypsométrique

C'est une interprétation graphique du relief d'un bassin versant, elle s'établit en planimétrant les surfaces comprises entre deux courbes de niveau successives. A partir d'une carte topographique au 200.000^{ème}, une répartition altimétrique des surfaces est effectuée. Les principaux résultats tirés de la courbe hypsométrique de la Seybouse sont :

Altitude minimale

Elle présente le point le plus bas du bassin versant

$$\mathbf{H \text{ min} = 28m} \quad (\text{Source Anrh})$$

➤ **Altitude maximale**

Elle présente le point le plus haut du bassin versant

$$\mathbf{H \text{ max} = 1636m} \quad (\text{Source Anrh})$$

➤ **Altitude moyenne**

C'est le rapport de la somme de la surface élémentaire par l'altitude moyenne correspondante et la surface totale du bassin versant.

$$H_{\text{moy}} = \sum_{i=1}^n (a_i + e_i) / A$$

A : surface du bassin versant en (Km²)

e_i : altitude moyenne entre deux courbe de niveau voisin en (m)

a_i : surface partielle comprise entre deux courbes de niveau en (Km²)

Ainsi on aura :

$$H_{moy} = 730m \quad (\text{Source ANRH})$$

3.2.4. Indice de pente

Son but est de caractériser l'inclinaison d'un bassin et de permettre des comparaisons et des classifications. La pente joue un rôle essentiel sur le régime d'écoulement

Indice de pente de roche « Ip »

Appelé aussi indice de susceptibilité au ruissellement, il a l'avantage de tenir compte de la distribution des pente.

$$I_p = 1 / \sqrt{L} \sum_{i=1}^n \left[\sqrt{B_i (a_i - a_{i-1})} \right]$$

Avec :

L : longueur du rectangle équivalent en (m)

B_i : fraction en pourcentage de la surface totale entre a_{i-1} et a_i

D'où :

$$I_p = 4.8\%$$

3.2.5. Temps de concentration

C'est le temps que met la goutte d'eau la plus éloignée hydrologiquement pour arriver à l'exutoire.

$$T_c = \left(4 \sqrt{A} + 1.5 L \right) \div \left(0.8 \sqrt{(H_{moy} - H_{min})} \right)$$

(Formule élaborée par l'ANRH)

Avec :

A : Surface du bassin versant en Km²

L : Longueur du thalweg principal en (Km)

H_{moy} : Altitude moyenne en (m)

H_{min} : Altitude minimale en (m)

On obtient :

$$T_c = 31.47 \text{ h}$$

CONCLUSION

La Seybouse draine un ensemble de secteurs lithologiquement hétérogènes ; aux hautes plaines perméables et à écoulement lent parfois nul, succède l'Atlas tellien fortement accidenté, traverse par des oueds torrentiels. La région offre un intérêt certain car c'est dans le bassin de la Seybouse que les plis telliens et les plis sahariens se rejoignent formant ainsi un angle de 60° . De cette structure complexe, dépend en définitif une bonne partie de l'organisation du réseau hydrographique du bassin.

Chapitre II**DESCRIPTIF DE QUELQUES INONDATIONS HISTORIQUES
DEVASTATRICES DE L'OUED SEYBOUSE****INTRODUCTION**

Dans ce chapitre, une synthèse descriptive de quelques grandes crues ou inondations dévastatrices qui ont eu lieu dans la région de Annaba au cours de ces dernières décennies. Il s'articulera notamment sur la description d'une part de l'évènement de crue proprement dit et des moyens mis en œuvre in situ pour suivre l'évènement avant, pendant et après l'épisode d'inondation observé.

1. LES CRUES DE SAISON FROIDE

L'étude des crues des oueds de l'EST Algérien reste un domaine inconnu, seules quelques indications très ponctuelles sont données dans les annuaires hydrologiques algériens. Les crues représentent un des traits fondamentaux du régime d'un cours d'eau, malheureusement nous ne possédons pas une longue liste de crues pour pouvoir tirer les conclusions globales. Nous nous contenterons donc d'exploiter les données disponibles. Cet état de fait nous conduit à étudier brièvement ces phénomènes exceptionnels. Selon R. Frécault (1971), il convient de distinguer crues et hautes eaux. Les hautes eaux moyennes représentent une situation saisonnière durable. Les crues, au contraire, constituent avec les étiages une situation extrême dans le comportement des cours d'eau. Il s'agit de gonflements fluviaux exceptionnels et irréguliers, tant en saison froide, période de hautes eaux, qu'en saison chaude, période de basses eaux. Pour certains auteurs, les crues sont des débits égaux ou supérieurs à un certain multiple du module annuel (3 à 5 fois le module). Dans le bassin concerné, malgré le peu d'informations sur les crues, ces dernières causent, d'après les témoignages, des dégâts très importants. Si dans le chert, les crues sont exemptes de débordements en raison de l'encaissement du lit, par contre dans les plaines de Guelma et Annaba, on se trouve en présence de vastes champs d'inondation de la Seybouse qui devient très dangereuse, pour les cultures, les voies de communications et même pour les villages riverains.

2. LA GENESE DES CRUES

La Seybouse connaît des crues généralement en saison froide (fin novembre début avril). Ce sont les mois de novembre et de mars qui comptent le plus de crues.

Les crues dépendent essentiellement de l'abondance et de l'intensité de la pluie. Sur le bassin de la Seybouse les crues atmosphériques de ces précipitations sont encore mal connues. De plus. Le rôle physique du bassin versant n'est pas négligeable.

De fait, l'évolution de la crue obéit principalement à la puissance et l'intensité de l'averse, sa vitesse est largement influencée par le couvert végétal, la lithologie, par des périmètres morphométriques du bassin, la forme du lit, la largeur de la vallée. De plus, les diverses branches du chevelu hydrographique interviennent bien qu'à un degré moindre dans l'évolution ou la perturbation d'une crue. Dans la plus part des cas, ce sont les averses généralisées qui provoquent les grandes crues. La plus importante comme depuis le milieu du siècle est celle de janvier 1958.

3. LES PRINCIPALES CRUES DE L'OUED SEYBOUSE

Parmi les crues les plus dévastatrices, celle de janvier 1958 resta dans les mémoires des populations riveraines. Sur le chert le niveau arriva à la cabine de la station hydrométrique (cote 8.20m) et à Medjez Amar II. La crue emporta la station et détruisit le pont. D'après C. Samie (1959), la crue de janvier 1958, qui atteignit la cabine de la station de Medjez Amar I, dut atteindre 1200 m³/s (370 m² de section mouillée). Pour le Bouhamdane, la hauteur de l'eau atteignit 9 m et le débit dut atteindre et même dépasser 1500 m³/s (350 m² de section mouillée).sur la basse Seybouse, nous n'avons malheureusement aucun renseignement la station de Mirbek n'étant pas encore équipée. Ainsi ignore-t-on le comportement de la Seybouse avale ou il est probable que le débit de 6000 m³/s a été dépassé.

Parmi les crues qu'on va citer pour la période 1968 à 1977, celle du 28 mai 1973 reste exceptionnelle.

3.1 LA CRUE DU 24 DECEMBRE 1969

La crue de 1969 qui a lieu au mois de décembre la hauteur pluviométrique a été atteinte 30.8 mm le 23 décembre. Le second 28 mm le 5 décembre. La pluie responsable de la crue a été largement supérieure à la normale, ce qui a entraîné le débordement de l'oued Seybouse.

Cependant le total annuel des précipitations de 1969 a été de 659 mm, donc proche de la normale. Le 24 décembre Medjez Amar II a enregistré 273 m³/s Bouchegouf 116 m³/s, Ain Berda 36 m³/s. C'est le jour suivant, le 25 décembre qu'à la station de Mirbek, un débit de 777 m³/s a été atteint. Le maximum instantané fut respectivement de 1010 m³/s ; 573 m³/s, 116 m³/s et 1098 m³/s aux différentes stations. Nous constatons que le bassin de Bouhamdane est responsable d'une grande partie de la crue. Ce secteur qui a reçu des précipitations abondantes est caractérisé par ailleurs par des terrains imperméables, un taux de boisement très faible.

3.2 LA CRUE DU 28 MARS 1973

Cette année la de forte précipitations eurent lieu sur l'ensemble du bassin de la Seybouse. La hauteur pluviométrique a été de 149 mm en janvier à Annaba, 162mm à Ain Berda. Les nappes souterraines étaient à leur niveau maximum et le sol était saturé. Au mois de mars, une pluie diluvienne s'était abattue sur le bassin, plus de 200mm ont été enregistré Annaba les salines (ce chiffre est approximatif puisque la station a été inondée). Le maximum a été enregistré ce même mois (200.3mm) à Ain Berda (352.3mm) à Mechroha, (320.4mm) à oued Cheham (200.8 mm) à Ben Smih, (261.2mm) à Oued Zenati (149.5 mm) à tamlouka (312mm) à Sedrata. Ainsi les précipitations généralisées et persistantes tombant sur des sols saturés ont provoqués la crue du 28 Mars, qui a engendré des inondations dans la plaine de Guelma et d'Annaba.

Par ailleurs une amplitude thermique très élevée a été enregistrée.

Le 28 Mars 1973 à Mirbek a été enregistrée le débit le plus élevé de toutes les crues de la périodes 67 à 77, 2111 m³/s. le débit instantané était de 2342 m³/s. A Moulin Rochefort 114 m³/s, à Medjez Amar II 409.7 m³/s et à Bouchegouf 368.5 m³/s. Le débit instantané était de 345 m³/s, 986 m³/s et 559 m³/s. Il faut noter que le flot de Janvier 1958 à Medjez Amar est resté supérieur à tous ceux qui ont été atteints depuis lors et qui n'ont pas dépassé 1500 m³/s. Dans une note concernant la crue de Mars 1973, M. Lenki et G. Jacon ont donné un débit maximal de 2400 m³/s à Mirbek.

Ainsi la Seybouse a-t-elle atteint la cote 15 m, ce qui montre l'ampleur de la crue.

En amont du village Drean (Ex Mondovi), la Seybouse a déposé un cone immense d'une longueur de 20 à 25 Km et d'une largeur allant d'Annaba aux marais de Mafragh, soit 5 km.

Actuellement l'Oued Seybouse s'écoule vers l'embouchure dans un lit surélevé qui a une capacité de 800 à 1200 m³/s. chaque fois que les débits de la moyenne Seybouse et les affluents issus de l'Atlas Tellien et de la chaîne Numédique déversent hautes eaux en même temps, l'Oued déborde sur le cone. Les eaux de débordement se manifestent d'abord le long du lit principal, puis elles ruissellent vers les marais de Mafragh.

Pour la crue de Mars 1973, le débit transite à la station de Mirbek a été estimé entre 1600 et 2400 m³/s et le débit de débordement vers l'est de 800 à 1000 m³/s

3.2.1 L'ÉVÈNEMENT

Ces crues sont dues à une perturbation atmosphérique qui a affecté la Sicile, la Tunisie, et l'Est Algérien sous un fort courant du Nord Est. La pression atmosphérique est tombée, le 27 Mars, à environ 1007 Millibars à Annaba Et 1003 Millibars en Tunisie. Il semble donc que le centre de la dépression a eu lieu sur la Tunisie. Les précipitations atmosphériques ont été exceptionnelles dans la journée du 27 Mars. Toutefois l'épisode pluvieux a débuté le 25 Mars et s'est poursuivi jusqu'au 29 Mars. Ces pluies intervenant durant une saison assez humide, la saturation des sols ont dû être à un stade très avancé le 26 Mars, et il est certain que les coefficients de ruissellement ont atteint leurs limites maxima dans la journée du 27. Quelques relevés pluviométriques enregistrés au réseau du Bureau des Etudes du Milieu d'Annaba du 27 03 à 8h. au 28. 3 à 8h. Les hydrogrammes de crues qui ont été enregistrés sont complexes dans la majorité des stations. Il semble toute fois que ces crues ont été exceptionnelles tant en volumes ruisselés qu'en débits de pointe .Mais cette constatation n'est pas valable pour tous les oueds. Dans le bassin de la Seybouse, par exemple, d'après la population locale, on n'a jamais vu sur l'Oued Mellah des crues aussi fortes depuis au moins **80 ans**; tandis que les oueds Cherf et Bouhamdane ont subi des crues beaucoup plus violentes en 1957, toujours aux dires de la population même les crues de 1970 à Medjez Amar II ont été un peu plus fortes. A **Mirbeck, sur la Seybouse**, les inondations ont été de loin plus étendues qu'en Novembre 1957 et en Janvier 1958. Ce qui ne peut s'expliquer que par une pluviométrie extrêmement intense sur le bassin du Mellah et celui de la basse Seybouse. Ceci se confirme par la violence des inondations du Bou Namoussa et du Kébir Est. D'autre part, il est étonnant que les crues de Décembre 1957 et Janvier 1958 qui d'après la population locale (propos confirmés en plusieurs endroits) ont été beaucoup plus

catastrophiques sur le Bouhamdane et le Cherf, aient provoquées des inondations beaucoup moins étendues sur la basse Seybouse. Ceci pourrait s'expliquer par des pluies peut être aussi fortes mais plus concentrées sur la Wilaya de Constantine. Au Sud de la Wilaya, les crues ont été exceptionnelles à Morsott sur l'oued Ksob, tandis qu'à El Aouinet et Ouenza sur le Mellegue les crues de 1970 ont été plus fortes. Les crues à Souk / Ahras ont été exceptionnelles sans aucun doute et n'a jamais vu rien de pareil de mémoire d'homme.

Nous ne pouvons, pour le moment, donner des valeurs sur la probabilité de retour de ces crues, mais nous pouvons certifier qu'à Mirbeck par exemple la probabilité de retour de ces crues dépasse les **100 ans**. Une autre impression, est si le centre de ce tarage se situait plus à l'Ouest, de façon à englober complètement les bassins du Cherf et du Bouhamdane, il est certain que les crues de la Seybouse auraient été plus violentes et plus dévastatrices. La probabilité d'occurrence d'un tel événement reste à déterminer, mais définirait les crues maximales qu'on aurait à craindre la région.

3.2.2 Enquête après les crues

1^{er} Etape : Détermination de la côte maximale et de son heure aux échelles limnimétriques.

➤ **OUED :** Mellah - **STATION :** Bouchegouf - **Côte maximale:** 660m
Heure:17H00(Approxim.) le 27/3/73

- La côte maximale a été relevée grâce aux traces de la crue à 4.00m environ à l'aval de la section des échelles principales.

➤ **OUED :** Bou Hamdane - **STATION :** Medjez Amar II- Côte maximale : 6,00m (approximativement) Heure : 23H00 (Approxim..) le 27/3/73

La côte maximale a été estimée à partir des traces relevées par l'observateur le lendemain de la crue, sur le mur de soutènement de la cabine ainsi que sur des roches lessivées près de la cabine, à environ 15,00m à l'amont de la section des échelles. Aucune trace n'a pu être trouvée à la section des échelles en rive droite, mais en rive gauche, des traces donnerait un maximum de 5,60m. Elles n'ont pas été prises en considération vu que l'observateur a relevé 5,30 m avant son départ à 17H30 et que le maximum a eu lieu, d'après une enquête sûre dans la région vers 23H00. Si l'oued était monté à 5,60 m vers 17H15 et que cette côte correspond au maximum observé par les rives ainsi ils nous l'auraient confirmé.

2^e Etape Vérification des relevés de l'observateur et du fonctionnement du limnigraphe.

➤ **Oued** : Mellah / **Station** : Bouchegouf : Les deux observateurs sont restés à la station jusqu'à 15H. Le 27. Ils ont dû évacuer la station car il y avait des risques de glissement de terrain juste au-dessus de la cabine. Ils n'ont pu effectuer des jaugeages, le compteur étant cassé. Le limnigraphe nous a donné l'allure de la crue en montée, mais en décrue la chambre de prise de pression a été endommagée et les échelles emportées, de sorte que la reconstitution de la décrue est très imprécise.

➤ **Oued** : Bou Hamdan/ **Station**: Medjez Amar II: L'observateur a quitté la station vers 17h, le 27. Le maximum a eu lieu vers 23H00. Le limnigraphe a cessé de fonctionner à partir de 17H 30 mais a été remis en service le lendemain 28.

➤ **Oued** : Ressoul / **Station** : Ain Berda : Le limnigraphe (0-3 m) a très bien fonctionné. L'observateur a lu l'échelle durant toute la crue.

➤ **Oued** : Seybouse/**Station**: Mirbeck : Le limnigraphe a bien fonctionné jusqu'à 10m le 27, mais c'est ensuite bouché. L'observateur a débranché la prise de pression et ne l'a remplacé que le 30. Les lectures d'échelles n'ont pas été effectuées du 27.à 17H au 30.à 8 heures.

3° Etape : Profils en travers et pente de la crue ont été effectués pour toutes les stations en fonctionnement notamment :-Bouchegouf - Medjez Amar II- Ain Berda – **Mirbeck** – Aine lAssel – Gastu Ain Charchar –Souk-Ahras – Moulin Rochefort – El Aouinet – Morsott – Erkell – Zerga. Un autre profil en travers a été effectué sur la Seybouse près du village de Bou Namoussa . Ce profil a été effectué à la section la plus encaissée afin d'évaluer le débit maximal transité dans la Seybouse. Le débit maximal à la station de Mirbeck n'étant pas représentatif du débit total, d'importantes quantités d'eau ayant débordé dans la plaine.

4° Etape Cartographie des zones inondées de la plaine d'Annaba a été effectuée par la DHW d'Annaba. Une cartographie délimitant le lit majeur inondé de l'oued Seybouse dans la plaine de Guelma été effectuée par le Bureau des Etudes du Milieu.

3.3 LA CRUE DES 18 ET 19 NOVEMBRE 1976

Du 16 au 20 Novembre 1976, l'Est algérien connaît également de fortes précipitations. Il y a eu une pénétration d'air froid par le nord, qui est du essentiellement à l'anticyclone centré

sur la Scandinavie, et en régime dépressionnaire sur l'Est algérien, avec un minimum en Tunisie.

D'après les météorologues de l'office national de la météorologie d'Annaba, lorsque la moyenne horaire des précipitations de 00 heures à 21 heures est égale ou supérieur à 1.5 mm par heure, cela amène toujours des risques d'inondation. C'est ainsi que du 17 au 22 Novembre, d'abondantes précipitations eurent lieu sur le bassin avec une moyenne horaire de 2mm/h. le 18 novembre, la situation météorologique est restée commandée au sol et en altitude par la dépression centrée à l'Est du pays, qui a donné d'importantes précipitations d'une fréquence de 2 à 3 mm en 4 heures et une intensité maximum de 5.2mm/h.

Du 20 au 21 novembre, l'anticyclone installé sur l'Angleterre et la dépression sur l'Italie avaient maintenu sur l'extrême Nord Est algérien et plus particulièrement sur la région d'Annaba, un courant de Nord-Ouest. La forte instabilité résultante a provoqué des manifestations orageuses et d'importantes précipitations sous forme d'averse violentes, qui se sont abattues surtout sur le secteur aval du bassin de la Seybouse. Ainsi ces maximums de crues du 18 novembre de Medjerda Amar II et de bouchegouf furent-ils provoqués par des précipitations dues à la pénétration d'air assez froid par le nord, qui a permis le maintien sur le sud du bassin le courant de Nord à Nord-Ouest ; ce qui a donnée une nébulosité instable provoquant des chutes de neiges sur des hauteurs à partir de 1500m. au total, il est tombé du 17 au 23 Novembre 1976 à Annaba les salines 121.2mm. La normale de ce mois est de 89.4mm.

Cette crue a donné un débit de pointe de 232 m³/s à Medjez AmarII, 351.6 m³/s à bouchegouf et 941.5 m³/s le 19 novembre à Mirbek. Les débits maximums instantanés ont été respectivement de 580 m³/s, 1011 m³/s et 1774 m³/s. il est à noter que sur les trois hydrogrammes de crues, les débits de pointe ne sont pas juxtaposés, ils se succèdent plutôt à un intervalle de 24 heures. D'un point de vue général, ce phénomène est du à notre avis à la forme allongée et relativement étroite de l'aire réceptrice du bassin et à la présence des zones inondables aggravent l'effet de retard provoqué par la répartition spatiale des averses.

3.4 INONDATION DE NOVEMBRE 1982**3.4.1 .PLUVIOMETRIE :****3.4.1.1-Répartition spatiale :**

Les valeurs de pluie enregistrées du 10.11.82 à 8h au 11.11.82 à h sur l'ensemble du réseau pluviométrique géré par l'antenne de l'ANRH à Annaba, a parmi de constater de prime abord, que la pluviométrie sur tous les postes est voisine de 50mm sauf à Séraïdi et à l'Edough où celle-ci est multipliée par 3 et même plus.

3.4.1.2-Quantité de pluie :

L'absence d'observation sur les postes de Chetaïbi et Berrahal n'a pas facilité l'analyse du phénomène. La pluviométrie enregistrée est la suivante :

Station	Seraïdi	Edough	Didouche Mourad Annaba	Annaba Port	Cherka	Ain Berda	Pont Bouchet
Pluviométrie (mm)	160	167	81.0	3.2	41.3	49.0	50.2

Tableau II.1 : pluviométrie dans les différentes stations

3.4.1.3-Intensités :

L'analyse des précipitations journalière maxima et d'une grande importance pratique pour les études de protection contre les crues. Mais pour de petits bassins, il est conseillé de connaître les intensités des averses. L'intensité maximum des pluies et leur durée intervient énormément dans les écoulements. La reconstitution des intensités des pluies à Séraïdi, ont été faites d'une part à partir d'une enquête, et d'autre part par l'utilisation de l'hyétogramme de Ain Berda.

3.4.2. BASSIN VERSANTS :

La ville de Annaba, est située au fond d'un golfe où vient se jeter l'Oued Seybouse d'une part et les Oued drainant le bassin versant du massif de l'Edough.

3.4.2.1- Massif de l'Edough :

Le massif de l'Edough dont le point culminant est à 1006 m a un axe NE-SO se poursuivant au dessus du Lac Fetzara vers l'ouest dans les côteaux de Berrahal et de

Tebaiga. Le noyau axial de l'Edough est formé de gneiss glanduleux qui s'élèvent jusqu'à la côte 1006 m sur le plateau du Bouzizi.

3.4.2.2- Hydrographie :

On peut distinguer dans ce massif montagneux cinq petits oueds et un grand :

Deux, drainent les eaux du flanc N. W et déversent dans la mer « au Nord ».

Deux autres, l'Oued Bouhdid et l'Oued Forcha qui se rejoignent pour former l'Oued Edheb drainent les eaux jusqu'à la mer.

Au pied de l'Edough, les eaux sont évacuées par un canal de ceinture. L'Oued Bouhdid prend sa source sur les hauteurs du mont à Seraidi à la côte 1006m. Il est constitué de plusieurs affluents, notamment l'oued Oureida, Harb... Le versant drainé par cet oued est très raide et la dénivelée est très importante. L'Oued Forcha draine un bassin versant nettement plus petit mais plus violent de par sa pente plus importante. Ceux sont ces deux Oueds qui feront l'objet d'une étude approfondie. Les deux derniers, l'Oueds Zrebet et l'Oued El Aneb déversent respectivement dans le lac Fetzra et l'Oued Kebir Ouest. Ces Oueds très courts, avec des pentes très fortes sont de véritables torrents avec des crues violentes et soudaines.

3.4.3. LES ECOULEMENTS :

Les écoulements sont fortement influencés par le relief et les pentes très abruptes. Ils sont sur tout influencés par les intensités remarquables qui ont caractérisés des crues violentes et très rapides notamment par le volume ruisselé ainsi que le charriage générer (boue, troncs d'arbre...)

Caractères généraux des crues : Les crues ont débuté pratiquement à la même heure sur l'ensemble des oueds. Ce qui veut dire qu'elles sont engendrées par même averse. L'évolution des écoulements peut être interprétées comme suit :

- La 2^o averse a provoqué un faible ruissellement.
- La 3^o averse a engendré la crue.
- La 4^o averse a maintenu la crue.

Les hydrogrammes doivent présenter essentiellement deux points.

- la 1^o, très localisée entre 1h 30 et 2h00 selon les endroits.
- La 2^o, indéfinie dans le temps mais moins accentuée.

Débit résultant et volume ruissellement : Les débits obtenus par les méthodes déjà citées sont voisins, mais ne font pas ressortir le volume total ruisselé qui est une donnée importante pour des études d'assainissement.

A l'échelle du bassin versant total (32Km²) drainé par les Oueds Bouhdid, Harb et Forcha, la lame d'eau tombée est estimée à 115mm ; si nous attribuons un coefficient de ruissellement de 0.7 pour toute la pluie, et un temps de base de 7h (5h de pluie plus 2 h pour temps de concentration).

Recommandations

Le suivi des crues in situ a permis de tirer les recommandations suivantes :

1. formation de deux équipes de jaugeages, et des moyens de transport adéquat pour une meilleure mobilité et une couverture plus grande du terrain (routes coupés, ponts inondés...
2. Un système d'alerte contre les crues plus perfectionné que les communications téléphoniques des observateurs hydrométriques serait souhaitable.
3. Une étude pluviométrique de l'événement permet de choisir quelques observateurs pluviographiques qui judicieusement choisis contacteraient les secteurs lorsque la pluie enregistrée dépasserait une certaine limite.
4. La majorité des seuils ont très bien tenu lors des crues.
5. En pluviométrie, les tournées trimestrielles de contrôle se sont révélées efficaces. Le pourcentage des stations qui ont bien fonctionné a été élevé.

Conclusion

Ce sont les descriptifs des crues historiques et leurs effets sur l'environnement immédiat. Mais aussi, les moyens mis en œuvre naguère (qui n'ont pas plus évolué actuellement, si ce n'ai les moyens modernes de communication) qui donnent une idée sur la difficulté de contrôle et d'évaluation d'une crue dans une région telle que celle de Annaba objet de notre travail.

Cette partie historique est nécessaire, pour comprendre l'utilité des nouveaux outils disponibles actuellement. Qui répondraient plus précisément dans le temps, mais surtout dans l'espace aux aspirations et aux recommandations formulées par la synthèse que nous avons présenté précédemment.

CHAPITRE III

MODELE NUMERIQUE D'ALTITUDE (MNA)

Un S.I.G. est un Système d'information Géographique. De nombreuses définitions apparaissent dans la littérature pour les SIG, mais souvent incomplètes, car ne présentant qu'un des aspects des SIG. Selon les définitions du petit Larousse :

Un système est une "combinaison d'éléments réunis de manière à former un ensemble"

Une information est un "élément de connaissance susceptible d'être codé pour être conservé, traité ou communiqué".

Géographique est "relatif à la géographie ayant pour objet la description de la surface de la terre"

Le terme "système" ici sous-entend généralement système informatique.

Plusieurs aspects sont donc sous-jacents à la notion de SIG.

L'information qui est la donnée. Le géographique, qui qualifie cette information, en la supposant localisée dans l'espace. Le système qui sous-entend que cette information est organisé au sein d'un système informatique.

Toutefois cette description purement structurelle ne permet pas de cerner clairement la notion de SIG en particulier par rapport aux systèmes de cartographie automatique, en effet : La carte est la représentation conventionnelle de la répartition dans l'espace de phénomènes concrets ou abstrait.

La cartographie est l'ensemble des opérations d'élaboration, de dessin et d'édition des cartes.

La cartographie automatique est la cartographie assistée par ordinateur, faisant appel aux techniques informatiques.

Un Système d'Information Géographique est un ensemble de données numériques, localisées géographiquement et structurées à l'intérieur d'un système de traitement informatique comprenant des modules fonctionnels permettant de construire, de modifier, d'interroger, de représenter cartographiquement, la base de données, selon des critères sémantiques et spatiaux.

1. DEFINITION

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

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

Selon Laurini 1991, les modèles numériques de terrain est l'ensemble des procédures permettant de calculer l'élévation Z d'un point en fonction de celle des points voisins stockés dans une base de données. Intégrée dans un système d'information géographique, cette information joue le un rôle important, à l'instar des courbes de niveau et estompages (ombrages) dans une carte traditionnelle, avec cependant des possibilités d'exploitation bien supérieures, notamment en terme d'analyse spatiale.

Les MNT sont utilisés dans les applications telles que :

- Cartographie ;
- Aménagement et urbanisme, génie civil ;
- Géomorphologie, hydrologie, géologie, prospection minière.
- Prévention des risques naturels (inondations, érosion)

2- ELABORATION DU MODELE NUMERIQUE D'ALTITUDE DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 INTRODUCTION

Un MNA est une matrice d'altitudes. Il s'agit d'un ensemble de valeurs numériques, régulièrement espacées. Chaque valeur d'altitude représente une moyenne d'un élément de surface de terrain. Cette distribution définit un maillage de la surface, la dimension de la maille définit la résolution planimétrique du MNA. Chaque point est au centre de la maille. Plus la résolution est grande plus le MNA est riche en détails topographiques. Les MNA peuvent être produit par différentes méthodes et à partir de source de données diverses.

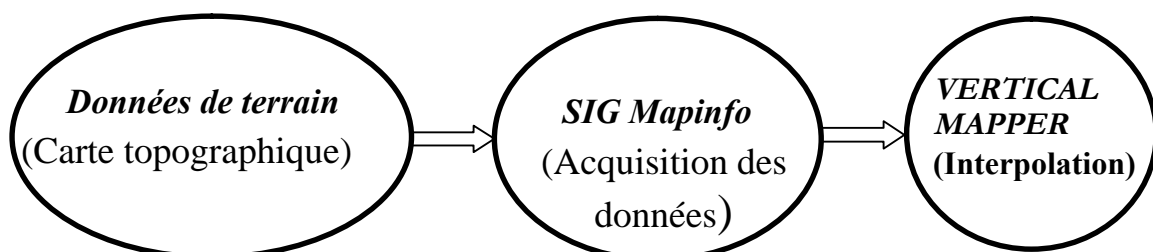
2.2 CREATION DU MNA DE LA ZONE D'ETUDE

Pour reproduire le relief exact du cours d'eau et de sa plaine, il faut construire le MNA (modèle numérique d'altitude) qui est une représentation numérique simplifiée de la surface d'un terrain, en coordonnées altimétriques (le plus souvent exprimées en mètres par rapport au niveau de la mer) et planimétriques calées dans un repère géographique. Ces données peuvent être aussi intégrées dans un système d'information géographique sous forme de thèmes (couches). Cette information joue un rôle important pour la définition :

- Des courbes de niveau du terrain ;
- Du niveau normal qui permet de définir la zone mouillable et la zone mouillée dans la rivière.

Pour créer le MNA de notre zone d'étude, nous avons procédé en deux étapes :

- 1) Acquisition des données de terrain ;
- 2) Interpolation entre ces données pour créer de nouveaux points.



2.3. INTEGRATION DES DONNEES DANS LE SIG MAPINFO

Étape n°1 : Intégration de la carte topographique

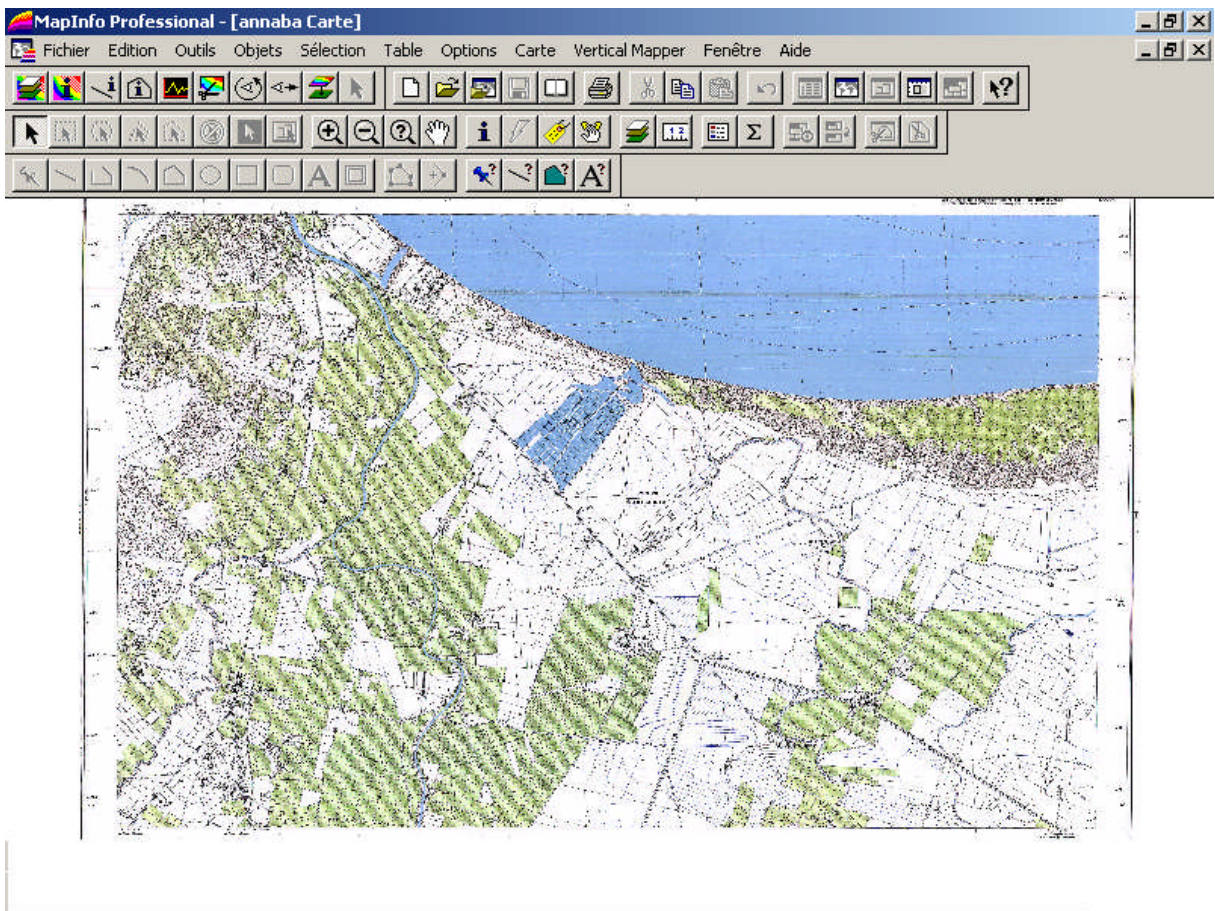
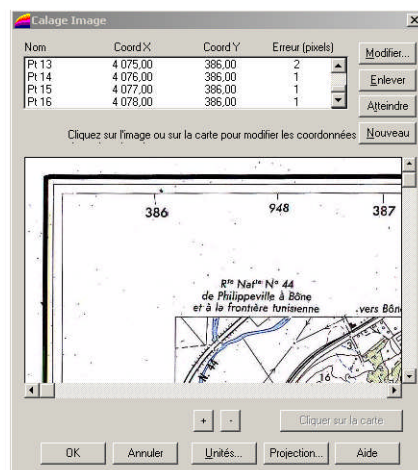


Fig. III.1 : carte topographique sous MAPINFO 7.5

Étape n°2 : Calage de l'image

Pour pouvoir connaître les coordonnées de chaque point sur la carte, il faut passer à l'étape de calage. Elle consiste à introduire la projection de la carte topographique, et de repérer au moins quatre points connus sur la carte. En appuyant sur le bouton projection nous introduisons les projections de nos cartes. Celles utilisées dans notre travail sont en coordonnées Lambert Algérie.



Nous choisissons sur les différentes cartes topographiques qui sont de l'ordre de quatre (4), quatre points de repère. Une fois ces différents points repérés, nous saisissons leurs coordonnées réelles. (Pour notre calage on a utilisé 16 points pour plus de précision)

En cliquant sur chacun des points de repères, on introduit ses coordonnées. On dit que la carte est **calée**.

Étape n°3 : Digitalisation

Elle consiste à vectoriser les objets déjà cités (points, courbes de niveau), c'est-à-dire former une couche thématique. Mais l'information dont on aura besoin, n'est pas seulement l'objet lui-même, mais son information attributaire qui est formée des coordonnées planimétriques x, y et altimétriques z de chaque point.

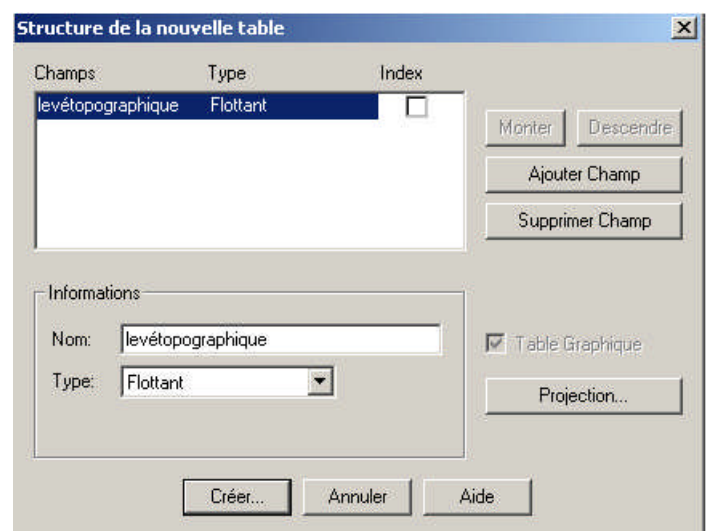
Création d'une couche

Il faut associer une table qu'on doit définir. Après ça on définit la structure de notre table.

En cliquant sur chaque (point, courbes de niveaux).

Et en suite on procède à faire entrer les informations de notre tableau

Les coordonnées géographiques x, y sont enregistrées automatiquement dans la table, mais l'élévation z doit être introduite annuellement à l'aide du clavier.



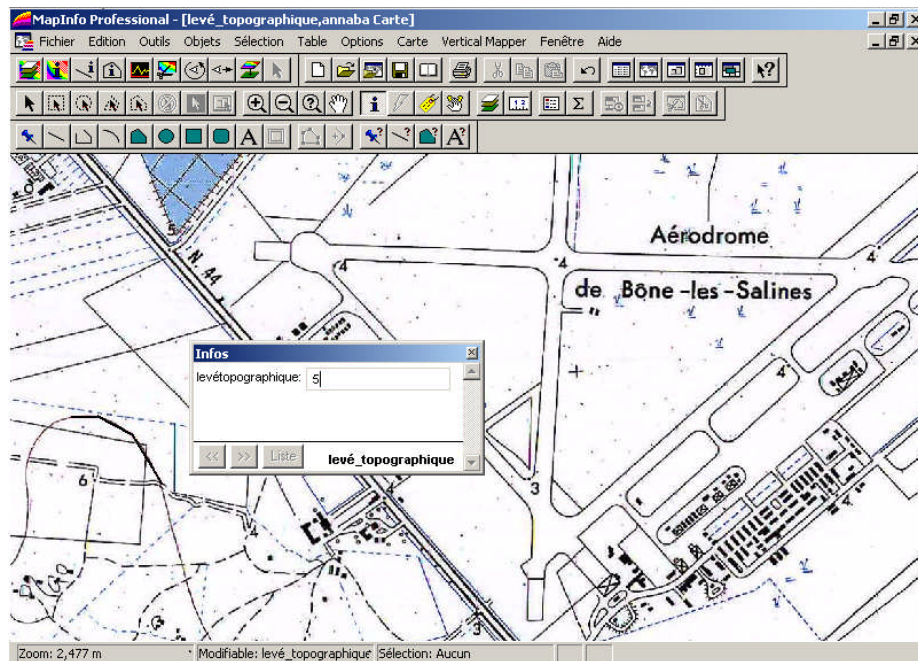


Fig.III.2 Enregistrement des données sous MAPINFO 7.5

Une fois l'opération terminée (digitalisation de tous les points et les courbes de niveaux sur la carte). On aura une couche informatise des altitudes de différentes points de la carte

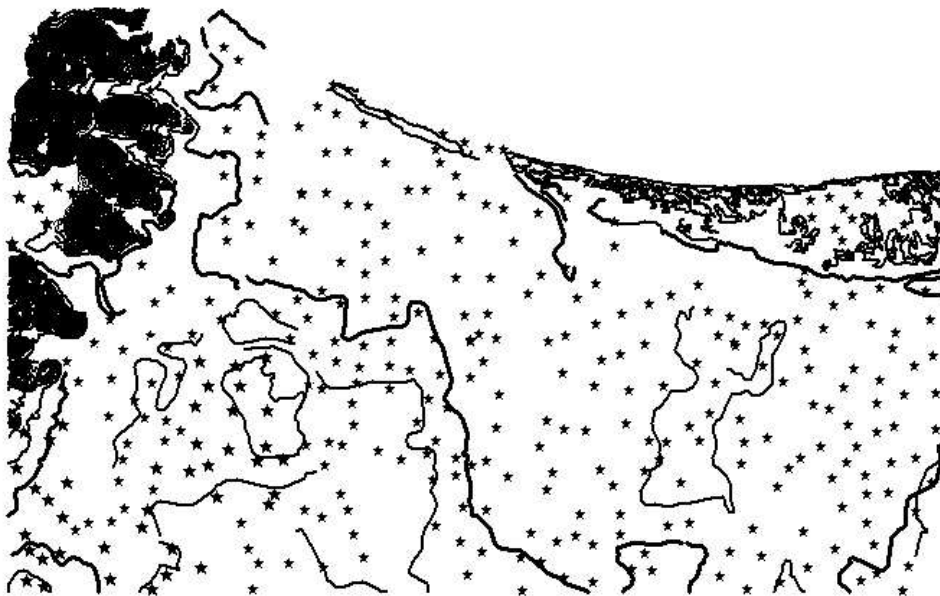


Fig.III.3 : COURBES DE NIVEAUX DE LA PLEINE DIGITALISES SOUS MAPINFO7.5

Étape n°4 : Interpolation

Les variations d'une place à une autre de la plupart des propriétés observables à la surface de la Terre, tel que l'élévation z , sont souvent erratiques et irrégulières. Une fonction mathématique simple ne peut les décrire. Elle semble même relever du pur hasard. Pour cela il est inutile d'essayer d'écrire la valeur de z comme une régression polynomiale sur l'ensemble de la surface à modéliser, car une telle interpolation ne serait qu'un modèle grossier de la surface, et ne reflète pas la nature exacte du relief. Donc on utilise, d'autres méthodes plus justes, qui sont basées sur les interpolations spatiales, pour lesquelles chaque valeur interpolée utilise simplement les valeurs mesurées les plus proches et non l'ensemble. C'est l'une de ces méthodes ; méthode TIN qui est utilisée pour créer le MNA, avec le logiciel **Vertical Mapper 3.0**.

Commençant par l'extraction des points à partir de la couche créé constituée de (point, polyligne, ligne, polygones)

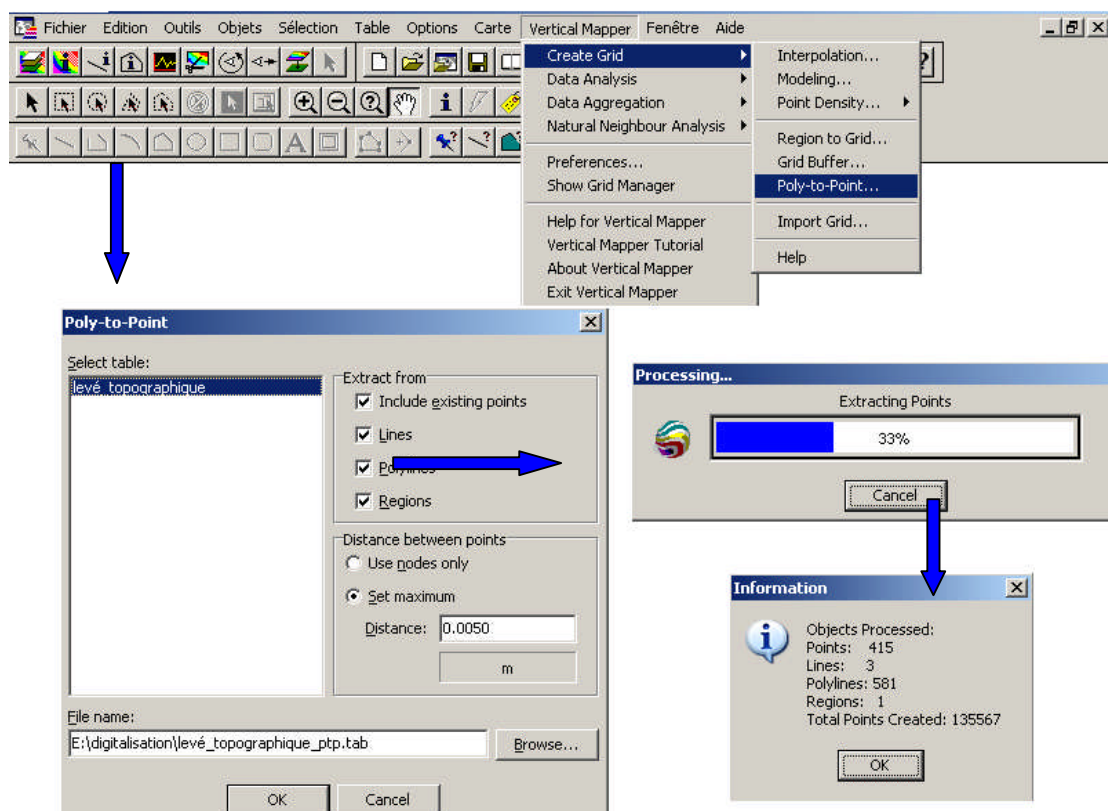


Fig.III.4 : EXTRACTION DES POINTS DEPUIS LES COURBES DE NIVEAUX DIGITALISES

Les avantages de l'interpolation sont :

- Modélisation, donc possibilités d'appliquer des modèles hydrodynamiques à l'ensemble de la zone d'étude;
- Meilleure visualisation du relief;
- Modélisation du relief, avec quantification de son impact sur l'écoulement.

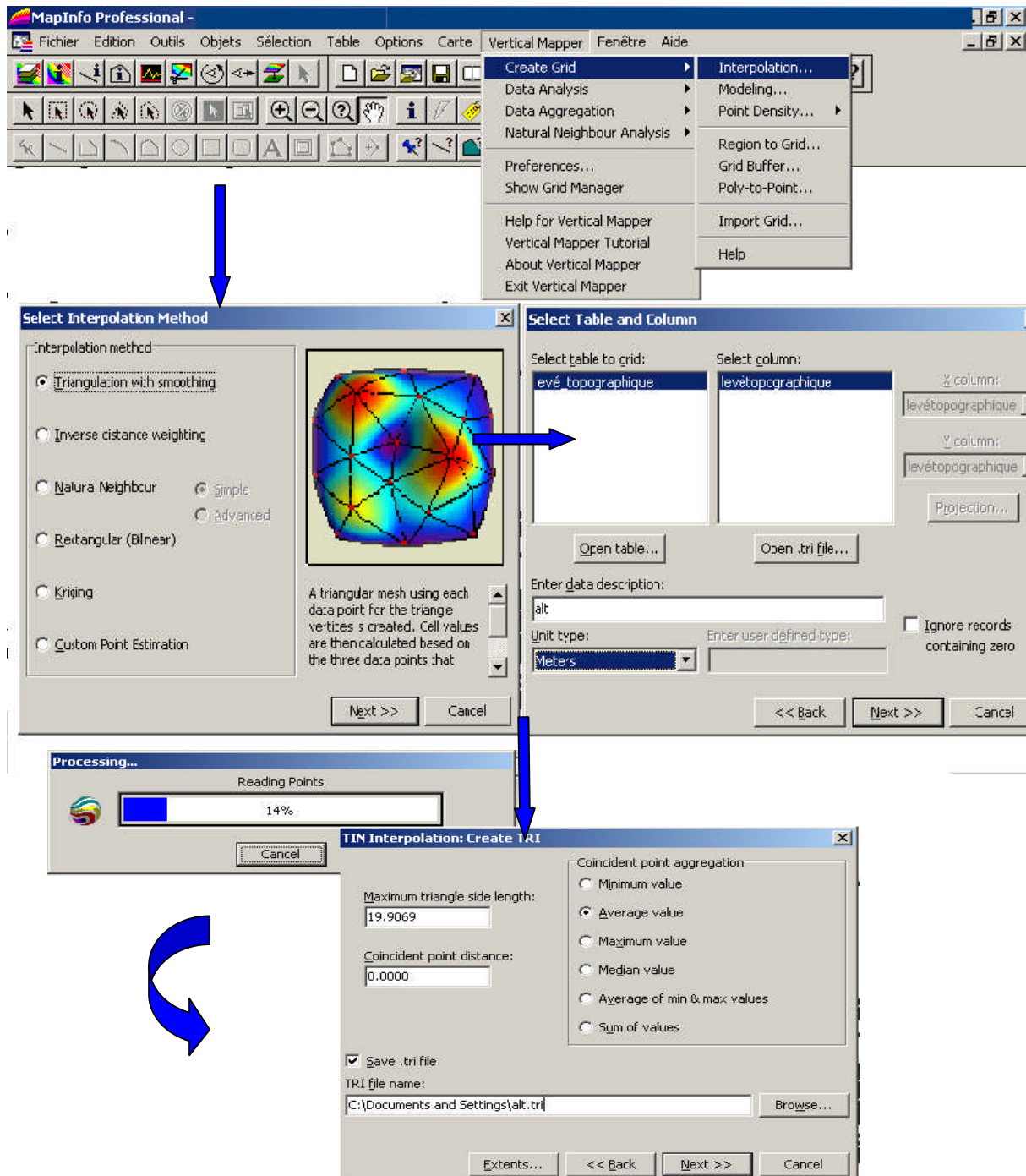
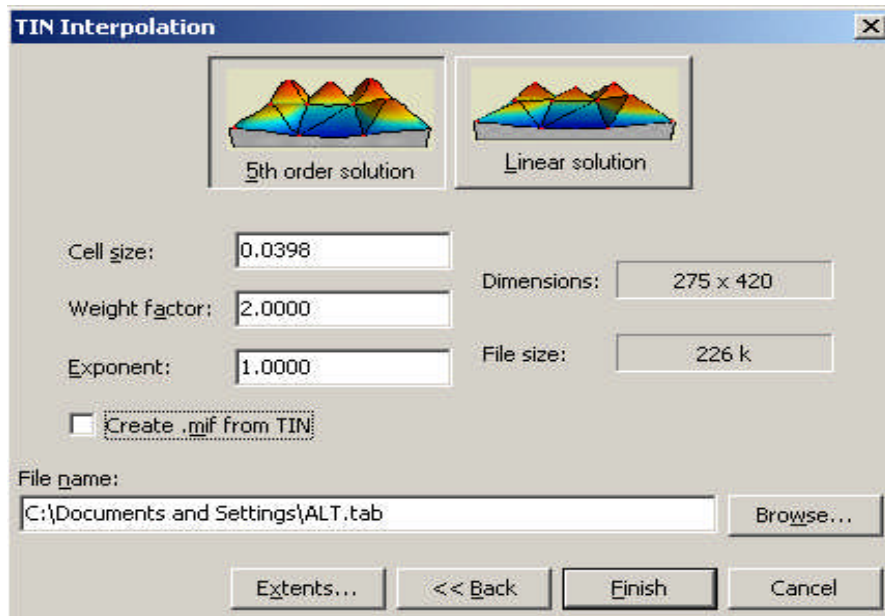


Fig.III.5 : LES ETAPES D'INTERPOLATIONS



Après avoir traité la carte Topographique digitalisée de la région de Annaba à l'Echelle 25 000^e à l'aide de Vertical Mapper. On obtient le MNA de la région d'étude que l'on visualise en 3D ainsi que d'autres types cartes tels que carte des courbes de niveaux, carte des directions, carte des pentes.

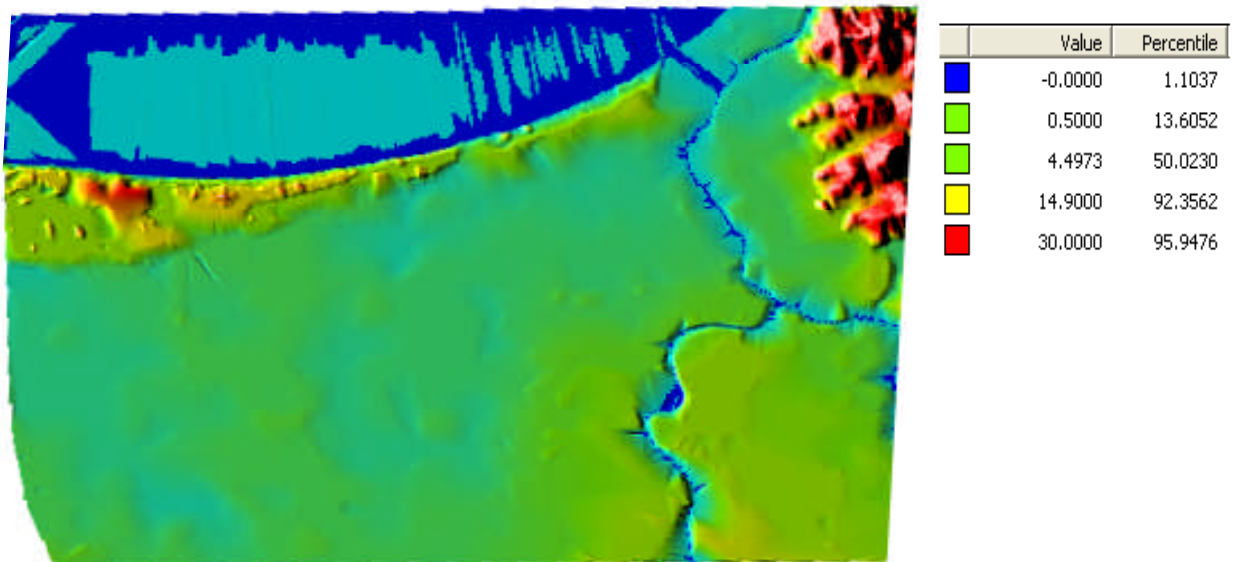
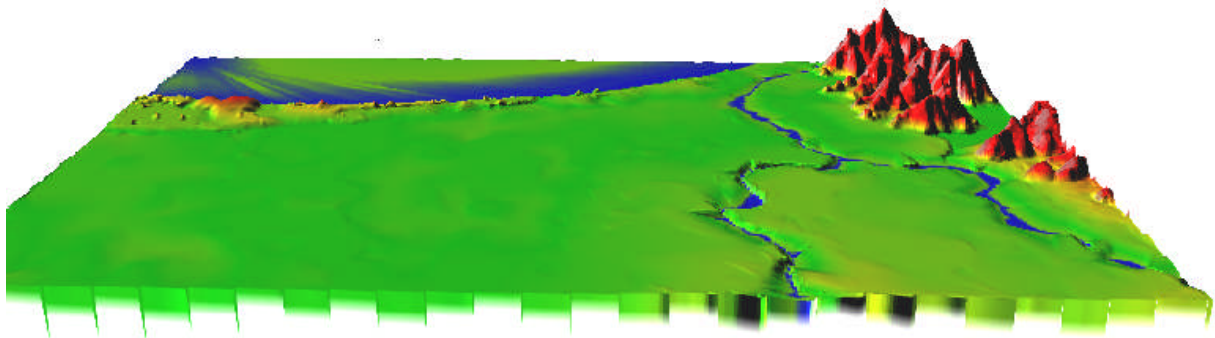


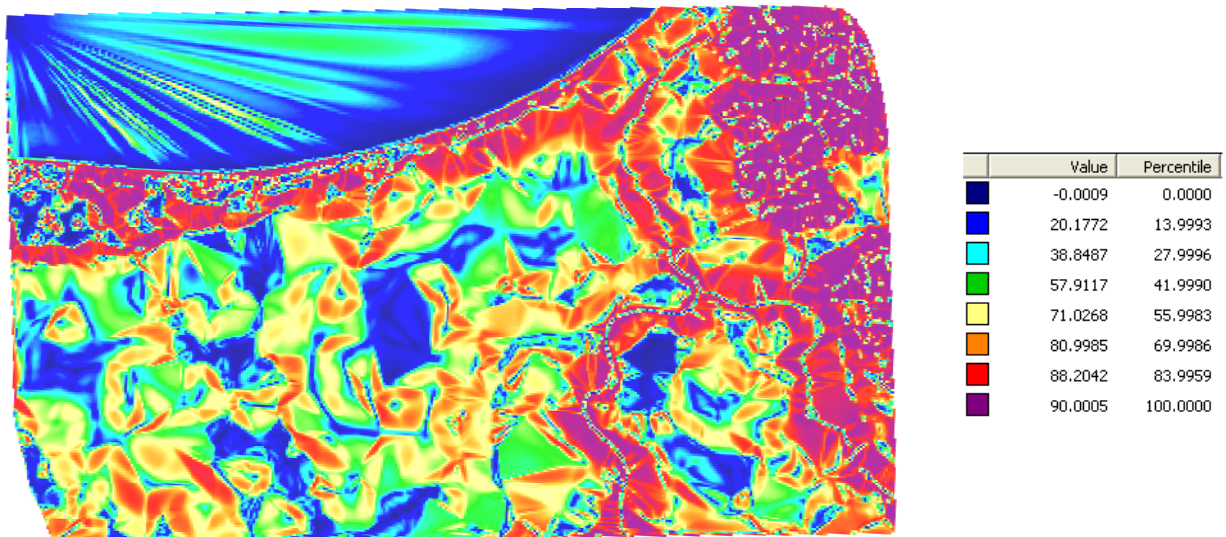
Fig.III.6 : MNT25 DE LA PLEINE DE SEYBOUSE SOUS VERTICALMAPPER 3.0

Nous constatons d'après la MNT25 de la plaine que plus de 90% du terrain de la plaine est inférieur à 15 m d'altitude par rapport au niveau de la mer. Ce qui favorise l'inondation de cette plaine dans la période des hautes eaux de la Seybouse.



**Fig.III.7 : 3D DE LA PLEINE DU SEYBOUSE SOUS
VERTICALMAPPER 3.0**

La figure ci-dessus nous offre une vision plus claire de notre plaine et la Seybouse ainsi que les montagnes de Bouhamra.



**Fig.III.8 : CARTE DES PENTES DE LA PLEINE DE SEYBOUSE SOUS
VERTICALMAPPER 3.0**

La fig.III.8 nous donne l'information concernant les différentes pentes de notre plaine en %. L'intervalle des pentes est entre (0% - 9%) qui nous permet de visionner le relief

de notre pleine surtout à la frontière du cours d'eau ce qui explique mieux la forme du lit mineur de notre cours d'eau (Seybouse)

Conclusion

L'élaboration d'un modèle numérique d'altitude comme objectif de cette partie de travail est la partie nécessaire pour qu'on puisse passer à l'application du SIG pour la délimitation des zones inondables de notre site qui va être l'objectif de notre étape suivante de travail.

Chapitre IV

ELABORATION D'UN SIG POUR LA DELIMITATION DES ZONES INONDABLES

1. IDENTIFICATION DU SITE

1.1. Situation géographique

La basse plaine de la Seybouse se situe au nord-est de l'Algérie à 600 Km à l'Est d'Alger, et appartient au système aquifère Annaba - Bouteldja. Ses limites naturelles sont :

- au Nord, la mer méditerranée ;
- à l'Ouest le massif de Belelieta (287 m) et de Bouhamra (152 m) qui sont séparés du massif principal de l'Edough (1008 m) ;
- au Sud la chaîne numidique orientale (1411 m) ;
- enfin à l'Est, le prolongement oriental du système aquifère Annaba - Bouteldja.

La géomorphologie du site est caractérisée par une topographie plane sur l'ensemble de la plaine, marquée par des inclinaisons importantes aux bordures de la plaine, à la partie Ouest et Sud, due à l'anticlinal du massif métamorphique de l'Edough, Belelieta et celle de la chaîne Numidienne.

1.2. Le réseau hydrographique

Il est constitué par deux oueds principaux qui parcourent la plaine :

- l'oued Seybouse (second oued d'Algérie après l'oued Chélif), présente l'axe de drainage d'un bassin versant de 6471 Km² ;
- l'oued Meboudja, le dernier affluent de l'oued Seybouse, assure la vidange du lac Fetzara (l'exutoire d'un bassin versant endoréique de 515 Km²) par un canal d'assèchement de 14 Km.

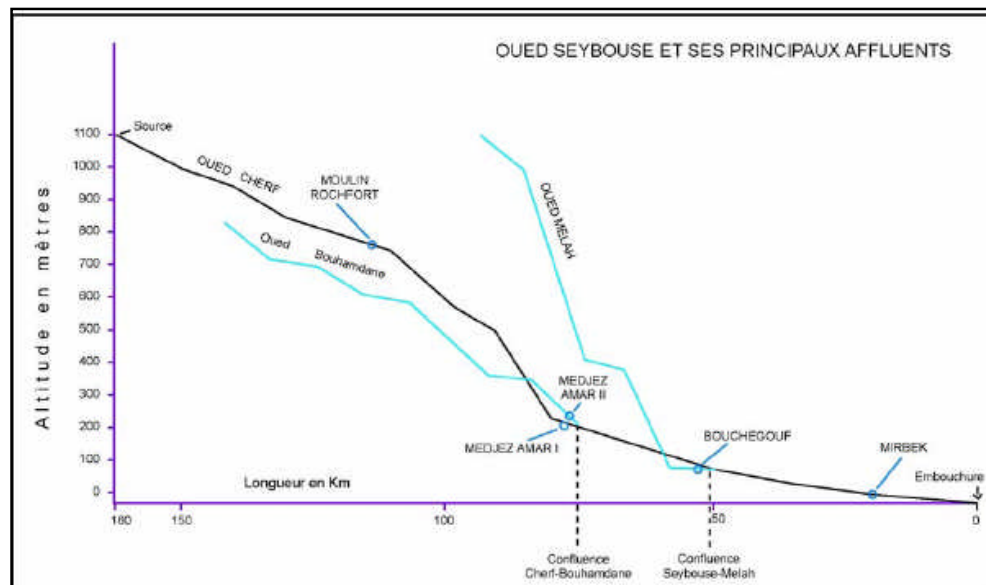


Fig.IV.1 profil en long du oued Seybouse

1.3. Contexte socio-économique

Cette région est connue par sa grande activité agricole et industrielle. La population qui se trouve sur la zone d'étude atteint 150 000 habitants, elle est concentrée généralement au niveau des communes et des hameaux.

L'agriculture est observée sur l'ensemble de la plaine, avec une très grande variété de cultures, céréalières, maraîchères et arboricoles.

L'industrie est remarquable dans la région, elle se positionne surtout en bordure de l'oued Meboudja. Trois catégories d'industries sont observées :

- industries lourdes avec SIDER (Société Nationale de Sidérurgie) ;
- industrie chimique avec le complexe des engrais phosphatés et azotés (ASMIDAL) ;
- et enfin l'industrie agro-alimentaire présentée par de petites entreprises.

2. Détermination des caractéristiques climatologiques et hydrodynamiques du site

2.1. Climatologie de la zone d'étude

La zone d'étude se situe à la côte de la mer Méditerranée, elle est caractérisée par un climat de type méditerranéen, son régime climatique dépend de deux paramètres principaux : la précipitation météorologique et la température :

2.1.1. Précipitation météorique

Cinq stations pluviométriques (Annaba, Aéroport, Pont Bouchet, Kef Mourad et El Karma) sont implantées dans la plaine de Annaba, leurs périodes de fonctionnement varient d'une station à une autre. La station de Pont Bouchet, appartenant à l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) servira de référence, compte tenu de sa situation au centre de la zone d'étude (basse plaine de la Seybouse) et de la fiabilité des données (les mesures étant continues et effectuées par le même opérateur). Les données se répartissent sur deux échelles: mesures mensuelles de 1980 à 1999 et des données journalières pour 1999, année du suivi. Une étude statistique des données des précipitations est présentée dans le tableau suivant :

station Pont Bouchet (1980 - 1999)													
Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Annuelle
moyenne	33,2	60,2	81,4	105,4	90,1	71,8	58,6	48,1	33,7	12,6	1,8	7,2	603,8
max	82,5	234,3	194	232,3	193,5	221,2	125,4	124,1	79,1	34,8	11,6	44,8	870,8
min	3	2,5	11,1	10,2	21,8	1,9	5,8	3,6	3,6	0	0	0	386,1
écart type	22,3	54,8	57,2	55,5	42	55	32,8	28,6	23	11,2	3,5	10,8	142,8
saisons	automne			Hiver			Printemps			Eté			
moyenne	58,24			89,09			46,77			7,19			

Tableau IV.1: Variations mensuelles des précipitations au niveau de la station de Pont Bouchet (1980 – 1999)

Ce tableau montre que la précipitation moyenne varie entre 350 et 600 mm. an-1. La saison hivernale est la plus pluvieuse avec une moyenne de 89 mm.mois-1 et un pic au mois de décembre. Par contre, l'été est sec avec une faible recharge de 7 mm.mois-1. L'écart type entre les valeurs des précipitations mensuelles est plus important pendant le mois de novembre (57,2 mm).

2.1.2. Température

La station de l'Aéroport est la seule à enregistrer des mesures de température, pour la période de 1977 à 1997, les valeurs moyennes sont présentées dans le tableau suivant :

Mois	sept	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avril	juin	juillet	sept	oct	moyenne
T °C	23,3	19,7	15,5	12,4	10,8	11,5	12,5	14,4	17,9	21,4	24,4	25,3	17,4

Tableau IV.2: Valeurs moyennes de la température à la station de l'Aéroport (1977-1997)

Ce tableau nous indique que la zone d'étude est caractérisée par un climat doux et humide en hiver et chaud et sec en été, ces caractéristiques indiquant un climat méditerranéen. Les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées essentiellement pendant la période d'été (Juin –Septembre) avec des températures variant de 20 à 25,3°C). Par contre les températures les plus basses, de 10 à 12,5°C, sont observées pendant la période d'hiver (décembre à mars) avec un minimum pendant le mois de janvier (10,8°C). Les autres mois présentent des températures intermédiaires (14 à 20°C).

2.2 Hydrologie de surface

Cette étude est nécessaire pour comprendre l'évolution des hauteurs des eaux de l'oued. Elle consiste à déterminer l'origine des différents apports des oueds, les différents paramètres qui influent sur les variations du débit.

La station de Mirbek représente la seule station de jaugeage au niveau de la zone d'étude.

Elle est située sur l'oued Seybouse. Cette dernière va servir de référence dans notre étude.

2.2.1. Morphologie de l'oued

Le bassin de l'oued Seybouse est l'un des plus grands bassins hydrographiques en Algérie, sa superficie est de l'ordre de 6471 km². L'oued prend naissance dans les hautes plaines de l'Haracta et de Sallaoua au niveau de Aïn Abid et Sedrata et se termine dans la mer Méditerranée au nord, après un parcours de 160 km.

La zone d'étude est située à l'aval de l'oued Seybouse, entre la ville de Drean et la mer Méditerranée, elle s'étend sur une superficie de 200 km², elle comprend deux oueds :

La basse vallée de l'oued Seybouse ;

L'oued Meboudja, le dernier affluent de l'oued Seybouse, qui constitue le collecteur des eaux du lac Fetzara et draine une superficie de 203 km².

2.2.2. Evolution du débit en fonction de la pluie

Le débit de l'oued Seybouse dans la majorité des cas varie entre 0 et 100 m³.s⁻¹, mais pendant les périodes de fortes averses, il atteint des valeurs de l'ordre de 630 m³.s⁻¹ (observées le 1/1/1985, selon l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d'Annaba). Le débit de l'oued Meboudja est moins important que celui de l'oued Seybouse (aucune station de jaugeage n'a été installée au niveau de cet oued), une estimation de son débit par jaugeage au flotteur, pendant la période de (février – décembre 1999) a donné des valeurs qui varient entre 1 et 20 m³.s⁻¹.

Une classification de débit a été effectuée selon le nombre des observations au niveau de la station de Mirbeck (oued Seybouse) pendant la période de 1980 à 1999. Trois classes de débit sont distinguées

lasses du débit (m ³ .s ⁻¹)	Nombre d'observations	pourcentage (%)
0 -10	66	58
10 - 100	23	32
100 - 650	6	10

Tableau IV.3 : Classification du débit en fonction du nombre d'observations

La première classe montre une dominance de 58 % pour des débits inférieurs à 10 m³.s⁻¹,

Elle caractérise les périodes les moins pluvieuses (période d'été et les périodes de sécheresse). La deuxième classe est présentée par un pourcentage de 32 % pour les débits qui varient entre 10 et 100 m³.s⁻¹, ces débits sont observés pendant les périodes pluvieuses. Enfin un pourcentage de 10 % pour les forts débits qui varient entre 100 et 650 m³.s⁻¹, ces derniers représentent les périodes des averses ou des fortes pluies qui tombent sur l'ensemble du bassin, ce qui produit dans la plupart des cas des inondations au niveau des terrains qui se situent près de l'oued.

2.2.2.1. Effet des variations spatiales de la précipitation sur le débit de l'oued

Pour montrer ce phénomène, on a étudié les variations du débit de l'oued Seybouse au niveau de la station de Mirbek en fonction de la hauteur mensuelle de précipitations au niveau de deux stations : l'une à l'aval de l'oued Seybouse (station de Pont Bouchet) et l'autre à l'amont de l'oued (station de Aïn Makhoulouf). Les données utilisées sont celles de l'ANRH (Annaba), elles sont réparties sur la période de 1980 à 1999 avec des mesures discontinues du débit.

Les variations spatiales de la hauteur des pluies pendant la période d'octobre 1984 à mai 1985, montrent bien l'effet sur la variation du débit de l'oued

Date	Précipitations mensuelles (mm.mois ⁻¹)		Débit (m ³ .s ⁻¹)
	Pont Bouchet	Ain Makhoulouf	Merbeck
oct-84	234,3	53	0,492
nov-84	45,1	16	2,685
déc-84	232,3	257,5	n. m.
janv-85	79,4	38,5	630,4
févr-85	34,6	39	22,52
mars-85	125,4	83	14,56
avr-85	43,7	34,5	27,28
mai-85	44,1	48	25,88

Tableau IV.4 : Evolution du débit en fonction de la précipitation

L'observation de l'épisode 1 du Tableau précédent, montre que les pluies locales ne produisent pas de crues importantes au niveau de l'oued, ce cas a été observé pendant le mois d'octobre 1984 où une averse a été enregistrée seulement à l'aval de l'oued (234 mm au pont Bouchet et 53 mm au niveau de Aïn Makhoulouf) et a produit seulement un débit de 2,7 m³.s⁻¹. Par contre les pluies de décembre 1984 qui sont tombées sur tout le bassin versant (232 mm à la station Pont Bouchet et 257 mm à la station de Aïn Makhoulouf), ont produit un débit de l'ordre de 630 m³.s⁻¹ au mois de janvier 1985.

Cette différence de débit entre les deux périodes nous montre que le débit des oueds est lié plus aux apports de l'ensemble du bassin versant, à la hauteur de précipitations, à la durée et à la répartition spatiale des précipitations.

3- LES INONDATIONS DE DECEMBRE 1984

RESEAU HYDROPLUVIOMETRIQUE

1/ Fonctionnement du Réseau :

L'antenne A. N. R. H de Annaba gère un réseau hydro pluviométrique est composé de :

- 36 pluviomètres et 5 pluviographes implantés sur 3 bassins « Kebir Ouest, Mafragh appelés contiers constantinois, Seybouse ».
- 09 stations hydrométriques implantées dans les oueds

Dans l'ensemble, les limnigraphes ont bien fonctionné, sauf celui de Mirbek qui a eu sa tuyauterie bouchée à la côte 07m le 29.12.84

2. Domages dur le réseau :

Cette crue a une fois de plus dégradé le réseau de mesure, en érodant et ravinant les berges ainsi que les fonds de lit.

-Bouchegouf : l'oued a creusé un chenal de 7m de large derrière l'ouvrage « col de cygne » trouvant un autre profil de l'oued .il faut signaler sur tout le déterrage de la station (3,89m Hmax au lieu de plus de 6.00m) qui résulte de la largeur de la section plus importante.

Un grand ravinement et sapement de la berge gauche ont eu pour conséquence l'éboulement de la piste d'accès à la station.

- **Medjez Amar II:** Le col de cygne a été très endommagé en rive droite et deux échelles emportées, ainsi que l'ensablement des échelles n'a pas permis la lecture au delà de 4m.

-**Ain Berda :** dégradation (ravinement, sapement des berges, chute d'arbres dans le lit mineur). Ce phénomène entraîne la diminution des sections de l'oued et des vitesses d'écoulement

3/ Mesures de débit :

Depuis le 24.12.84, l'ANRH a pratiqué des mesures de débit de crue sur l'Oued Kebir Est à Ain El Assel (maximum jaugé 7,50 un tronc d'arbre en profondeur a percuté et défoncé l'axe du moulinet). Avec le moulinet de Bouchegouf, des mesures ont été pratiquées à Ain Berda et Mirbek respectivement jusqu'à 2,50m et 10,20m. Aucune mesure ne peut être effectuée sur les autres stations par suite des routes coupées. Le 31.12.84 pour tester les écoulements du canal de la Boudjemaa vers la mer, une tentative de mesure a été procédée mais ne peut être terminée du fait des fortes vitesses. Cette constatation prouve une évacuation des eaux du canal de la Boudjemaa vers la mer.

PRECIPITATION :

Si ces inondations ont à l'origine ces précipitations, il y a lieu d'étudier dans les détails la situation.

1- Pluies antécédentes :

Depuis le début de l'année hydrologique, septembre, nous avons enregistré une très forte pluviométrie. Les mois de Novembre et Décembre ont atteint de fortes valeurs.

2- Episode pluvieux :

La pluviométrie ponctuelle est un phénomène très aléatoire dans le temps et dans l'espace.

L'épisode pluvieux allant du 29.12.84 au 01.01.85 (4 jours) est à l'origine des inondations, survenus juste après de fortes pluies enregistrées du 21 au 23.12.84. La prédominance des fortes pluies sur les monts de Constantine Medjerda, l'Edough est nette. Nous enregistrons plus de 200mm pour les 4 jours de pluie, par contre nous ne dépassons pas 150mm sur les plaines côtières paradoxalement à forte pluviosité. La pluviométrie est en effet un phénomène influencé par plusieurs facteurs aléatoires plus ou moins bien connus. Le relief et autres caractéristiques physiographiques influencent la circulation atmosphérique, la formation des averses et les précipitations.

3- Répartition temporelle :

Les pluies ont débuté le 18.12.84. Elles deviennent plus intenses les 29, 30,31.12.84, 1er.01.85 Sur le littoral les 30 et 31.12 et 1er. 01.85 sont les journées de fortes pluies. Sur les Monts de Constantine et de la Medjerda, il faut noter que la journée du 29 est marquée par une très forte pluviométrie sur tout à Hammam Meskoutine, où elle a atteint 95mm. Nous remarquerons même des pluies plus abondantes plus à l'Ouest (Constantine) et un certain assèchement vers l'Est.

4- Intensités :

L'intensité d'une pluie joue un rôle prépondérant dans les écoulements. Elle favorise le ruissellement et cela est très sensible surtout dans les petits bassins où la réaction est rapide (une, deux heures).

5- Conclusion :

L'analyse des pluies relevées du 29.12.84 au 01.01.85 montre leur caractère continu et l'intensité constante pendant tout l'épisode. Les quantités relevées sur l'ensemble des postes d'observations n'ont rien d'exceptionnel si ce n'est leur durée. La distribution des pluies montre la complexité du phénomène dans le temps et dans l'espace.

ÉCOULEMENTS :

1-Introduction :

Les écoulements qui ont duré 3 jours avec leur caractère de violence particulier durant cette période ne sont exceptionnels que dans les volumes ruisselés et non dans le débit de pointe. Ce phénomène qui n'est pas rare, présente un cycle voisin du décennal trouve son explication dans :

- Pluies abondantes tout le mois de Décembre a provoqué une saturation du sol.
- Fortes pluies du 20 au 25.12.84, génératrices de crues relativement importantes.
- Episode pluvieux de pluies intenses sur 4 jours (du 29.12.84 au 01.01.85).

Ces fortes pluies ont donné naissance à des crues importantes (débit de pointe très forte), qui ont inondé les vallées et les plaines en débordant du lit mineur des oueds. La situation des inondations est généralisée sur l'ensemble de la région extrême Est où les superficies inondées ont été très importantes.

2- Description des crues :

Les pluies généralisées sur l'Est Algérie n'ont pas provoqué des crues sur la totalité des oueds et même des inondations des régions plates (vallées, plaines). Nous avons enregistré des hydrogrammes à une seule pointe aplatie ou une pointe avec des fluctuations sur 24 à 36h.

Les hauteurs d'eau ainsi que les débits ont atteint des valeurs , on ne dirai pas exceptionnelles mais très importante, certes la durée exceptionnelle du maximum a rendu ce phénomène catastrophique et rare, » destruction de berges et d'ouvrages (route, pont...).

3- Caractéristiques des crues :

Les crues ont débuté simultanément le 29.12.84 sur l'ensemble du réseau. La saturation du sol due aux pluies antécédentes a facilité le ruissellement. Les débits maximums sont pratiquement identiques (légèrement inférieurs) à ceux enregistrés en février 84, mais plus prolongés. Selon les stations, ils sont légèrement plus ou moins importants, toutefois et on insiste encore une fois sur le fait que ces grands débits ont persisté.

➤ Station de Medjez Amar II - Oued Bouhamdane :

Sur cet oued, le barrage en construction à Hammam Meskoutine n'a eu aucun effet sur la crue. Le débit n'a fait que transiter par les évacuations déjà en place avec bien sur une légère retenue visible par les laisses de crue dans la digue amont du barrage. La hauteur d'eau en amont du barrage a atteint la cote 368 m correspondant à un débit de $1450\text{m}^3/\text{s}$. Cette crue a un temps de retour de 50 ans. A la station A.N R. H située en aval du barrage, nous avons enregistré des hauteurs de 6,20m, correspondant à un débit max. de $1330\text{m}^3/\text{s}$ qui représente un temps de retour de 40 ans. Comme il a été déjà cité plus haut, le volume ruisselé 125Mm^3 est nettement supérieur au volume correspondant au temps de retour 40 ans : 60Mm^3 seulement. En ce concerne le temps de montée, le maximum de la crue a été enregistré le 29.12.84 à 23h, alors que la crue a débuté le même jour à 02h.

➤ Station de Medjez Amar I - Oued Cherf :

A cette station également, les débits observés et enregistrés sont très importants. La cote relevée a atteint 6,20m le 30.12.84 à 02h, pratiquement à la même heure qu'à

Medjez Amar II qui contrôle un bassin versant nettement plus petit (3fois). Si la crue débuté le 29.12.84 à 4h00, la vraie montée se situe vers 20h00.

➤ **Station de Ain Berda - Oued Ressoul :**

A la station de Ain Berda contrôlant l'Oued Ressoul (103Km²), une hauteur max. de 3,10 m. a été enregistrée. Elle correspond à un débit de 80m³/s alors qu'en février 84 le débit max. instantané a atteint 169m³/s pour une cote de 3,80m. Toutefois, il y a lieu de préciser quel débit doit être supérieur si nous tenons compte du grand débit qui ne transite pas par la section de mesure. Les crues à cette station, petit bassin ; sont très rapides, quelques heures seulement. Les apports de cet oued refoulés par l'Oued Seybouse ont emprunté l'ancien lit de la Meboudja pour rejoindre l'Oued Boudjemaa et inonder de la sorte la cité de Boukhadra.

➤ **Station de Bouchegouf - Oued Mellah :**

La cote max. enregistrée 3,89m, à cette station ne reflète pas les grands apports dus aux fortes pluies observées dans la région. Le creusement d'un chenal en rive droite a facilité la déviation d'un grand débit qui ne devient plus contrôlable. En février 84 et Mars 73, les débits max. sont respectivement 714m³/s et 1400m³/s.

➤ **Station de Mirbek - Oued Seybouse :**

La crue a débuté le 29.12.84, mais une montée rapide des eaux a été constatée le jour même à 16h00 ; **50cm par heure**. Le maximum de la crue a été atteint le 31.12.84 à 0h00 et la décrue n'a été amorcée que vers 14h00. A cette station, il est impossible de contrôler tout le débit du fait des inondations. Une grande partie du débit transite de part et d'autre du pont de Chbaita Mokhtar, lieu d'implantation de notre station hygrométrique. La hauteur maximum observée à cette station est de 14,90m correspondant à un débit de 2900m³/s tiré de la courbe de tarage.

Le débit maximum a été estimé par extrapolation de l'hydrogramme à 2900m³/s. Ce débit de 2900m³/s effarant, est même sous-estimé car il peut même atteindre 3400m³/s et nous n'aurions pas fait d'erreur. L'hydrogramme de la crue reconstitué sur la base d'un débit de 2900m³/s nous conduit à un apport de 500 Mm³ en 3 jours (72 heures) soit 3 fois la capacité du barrage de la Bou Namoussa. Si les apports sont

importants, le coefficient de ruissellement n'a guère dépassé 47% qui est remarquable pour un bassin versant de 5950Km² et une pluie de 4 jours. Le temps de concentration lu sur l'hydrogramme est de 36 heures : c'est à dire que la goutte de pluie qui tombe au confins du bassin versant met 36 heures pour parvenir à l'exutoire (Chbaita-Mokhtar, station hydrométrique A.N.R.H). Le temps de montée est le temps qui s'écoule entre le débit et le maximum de l'hydrogramme. Le temps de montée assez variable est de l'ordre de 28 heures. Nous pourrions toute fois tirer d'autres temps caractéristiques. Le temps pour donner l'alerte à la côte II m est de 14 heures, ou plutôt 10 heures seulement pour les crues importantes à montée rapide. 20 heures c'est le débordement total, l'Oued Seybouse sort de son lit des 2 côtes.

4-Coefficient de ruissellement :

Pour tous les hydrogrammes, grands moyens et petits bassins versants, le coefficient de ruissellement est relativement faible : voisin de 50%. Ce coefficient a été par contre plus élevé en février 84 atteignant même 85% par endroit. La faiblesse de ce coefficient est seulement due aux intensités de pluie moyenne durant tout l'épisode (4 jours).

INONDATIONS ET DEBORDEMENTS :

Mars 73, Février 84, Décembre 84 sont des dates historiques d'inondations des plaines de Guelma, Annaba, Tarf. Les superficies inondées sont très importantes : 396Km² pour Annaba et Tarf notamment. Lors de telles situations de fortes crues, il y a nécessairement débordement sur un ou plusieurs tronçons de l'Oued. Les eaux empruntent le lit mineur mais également le lit majeur qui se trouve sa propriété et qui malheureusement couvre parfois de grandes étendues et renferme des terres agricoles, des Unités industrielles en fait toute l'activité humaine.

1-Lieu de débordements :

- **SEYBOUSE** : L'Oued Seybouse déborde à plusieurs endroits, d'amont en aval. Des plaines de Guelma, de Nador, de Bouchegouf et enfin la plaine de Dréan
- **MAFRAGH** : L'Oued Mafragh, ou plus particulièrement l'Oued Kébir Est (l'Oued BouNamoussa étant régularisé) commence à déborder déjà à de faibles débits à partir du entrée dans la plaine de Bouteldja. Depuis ce lieu, le Kébir Est ne rejoint plus le lit

mineur comme la Seybouse. L'oued Kebir Est ne peut en effet véhiculer à environ $200\text{m}^3/\text{s}$.

➤ **VILLE DE ANNABA** : La ville d'Annaba aurait pu connaître la même catastrophe qu'en Novembre 1982 si le curage des oueds n'avait pas été réalisé avec un suivi continu des responsables. Le débit des oueds a connu en maximum le 31.12.84 vers 9h, celui-ci engendré d'une part par les fortes pluies sur le massif de l'Edough « 20.5mm en 1h30 », et d'autre part par les apports de l'Oued Meboudja qui ont gonflé les débits de l'oued Boudjema. L'équipe de mesures de débits de l'A. N. R. H n'a pu procéder à un jaugeage le pont de la Cité Seybouse à cause des fortes vitesses. Néanmoins cette tentative a permis de confirmer de visu la bonne évacuation des apports vers la mer ; donc le bon écoulement.

2-CAUSE DES DEBORDEMENT :

Les causes de débordements sont multiples naturelles et même humaines :

- Section du lit mineur trop petite - Berge peu profonde
- Dépôts d'alluvions dans le lit mineur - Arbres très denses
- Extraction de tout venant modifiant les écoulements

HYDROGRAMME DE CRUE DE L'INONDATION 84/85

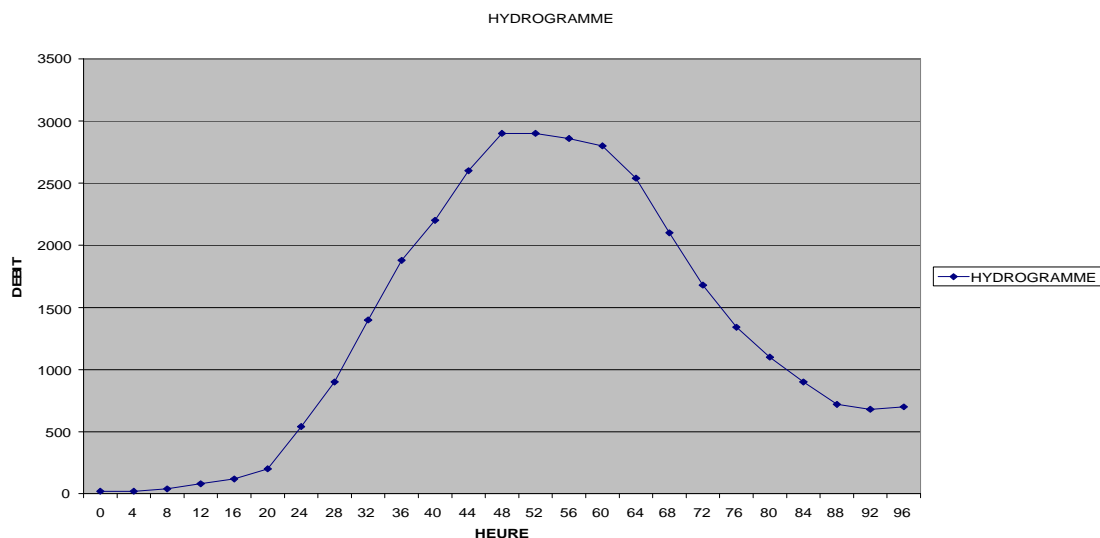


Fig.IV.2 : hydrogramme de crue

Dans l'équation est la suivante :

$$y = -0,0018x^6 + 0,1473x^5 - 4,4772x^4 + 59,679x^3 - 329,17x^2 + 737,28x - 478,05$$

$$R^2 = 0,9982$$

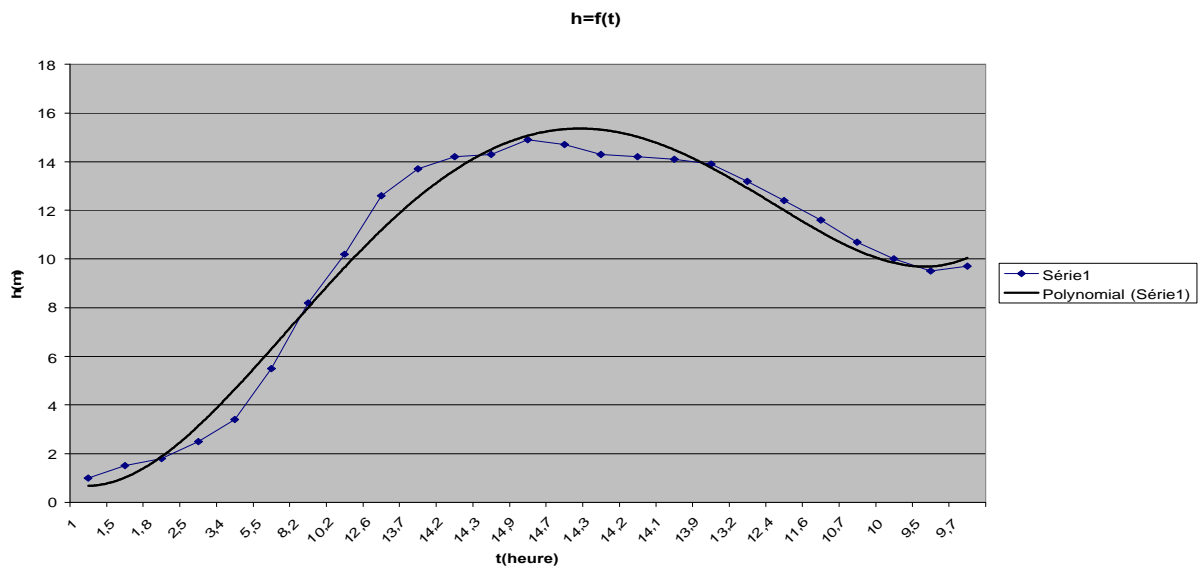


Fig.IV.3 : variations du hauteur de la lame d'eau pendant la crue

Dans l'équation est la suivante :

$$y = 0,0006x^4 - 0,0293x^3 + 0,4271x^2 - 0,7488x + 1,0298$$

$$R^2 = 0,9812$$

4- ELABORATION D'UN SIG POUR LA DELIMITATION DES ZONES À RISQUE D'INONDATION DE LA PLEINE DE SEYBOUSE ; ANNABA.

4.1 INTRODUCTION

D'une manière générale, un système d'information géographique peut être défini comme un environnement de gestion et d'exploitation d'une information à caractère spatial. Cet environnement permet l'exploitation des dimensions thématiques, spatiales et temporelles de l'information à des fins de description, d'analyse et de prévision de la réalité considérée.

Le coeur d'un tel système est une base de données qui concentre toute l'information sur la zone d'étude concernée, sous forme de différentes couches d'information ou plans d'information géoréférencés.

Le système informatique permet la saisie, le stockage et le traitement de données, ainsi que la présentation des documents finaux résultant des traitements.

4.2 LE SIG DE LA PLEINE DE SEYBOUSE

Le but de ce travail est de construire un SIG sous MAPINFO avec les données géoréférencées disponibles de ce site (base de données en forme de couches) et de l'utiliser pour produire des cartes montrant les zones de cette pleine exposées aux risques d'inondations.

D'une manière générale, un risque est défini par la relation non mathématique suivante :

$$\text{RISQUE} = \text{ALEA} * \text{VULNERABILITE}$$

Dans notre cas, l'**aléa** est représenté par les zones favorables aux inondations et la **vulnérabilité** est le degré de pertes qui peut affecter la population, les bâtiments et l'infrastructure publique qui s'y trouvent.

Tant l'aléa que la vulnérabilité sont des éléments cartographiables. La vulnérabilité augmente à mesure que de nouvelles maisons et de nouvelles routes sont construites dans la zone susceptible d'être affectée par les inondations.

La démarche de ce travail consiste à :

A. Délimiter les zones soumises à l'aléa d'inondation :

Délimiter les zones où peuvent se produire des inondations. Pour cela on tient compte de la topographie et de la carte d'inondation de 1984. Normalement il faudrait considérer aussi des données détaillées de géotechnique et de précipitation. Néanmoins ces données n'ont pas été prises en compte dans le cadre limité de cette étude.

B. Définir la zone de vulnérabilité :

Localiser la population et les infrastructures en cartographiant la distribution des maisons et des routes sur la carte topographique pour estimer la vulnérabilité à différentes époques.

C. Les cartes de risques sont produites en combinant la carte d'aléa avec les cartes de vulnérabilité.

4.3 ACQUISITION DES DONNEES

Le SIG de la plaine de Seybouse est constitué initialement de plusieurs couches d'informations de base.

Elles sont utilisées pour effectuer des opérations afin d'obtenir des couches d'information dérivées. Ces différentes couches sont finalement utilisées en fonction des certains critères pour définir un modèle qui conduit à la production des produits finaux qui sont les cartes de risques.

4.3.1 CARTES DE BASE

CARTE TOPOGRAPHIQUE

La topographie a été digitalisée en prenant comme base une carte topographique à l'échelle 1:25000.

Les courbes de niveau ont été digitalisées chaque 5 mètres. L'altitude de chaque courbe a été attribuée comme premier identificateur dans la table des attributs. (Voir Chapitre III)

La carte ainsi digitalisée contient des polygones, des lignes, des points et une base de données de chaque courbe de niveau.

CARTE D'INONDATION DE 84/85

L'inondation de la catastrophe de la plaine de Seybouse a été digitalisée comme une polygone directement sous MAPINFO sur la base de la carte d'inondation à l'échelle 1/50000 élaboré par K. Aouadi.

PLAN DES ROUTES

Les plans des routes ont été digitalisés sous MAPINFO sur La carte topographique représentée par des lignes. Par manque de carte d'occupation et des infrastructures de la plaine on n'a pas pu les digitalisée.

4.3.2 CARTES DERIVEES

Les cartes suivantes ont été dérivées des cartes de base.

MODELE NUMERIQUE D'ALTITUDE

Un modèle numérique d'altitude (MNA) est une représentation sous forme numérique du relief d'une zone géographique en mode raster.

Le MNA est un thème très important puisque le relief est une des variantes principales dont il faut tenir compte lors des la réalisation des cartes de risques. (Voir chapitre III)

CARTE DE PENTE

Cette carte a été dérivée à partir du modèle numérique d'altitude (MNA) avec l'option « Derive Slope » du module Surface de MAPINFO. (Voir chapitre III)

4.4 ZONES EXPOSEES À L'ALEA D'INONDATION

4.4.1 INTRODUCTION

Pour cartographier les zones où peuvent se former des inondations, la seule condition prise en compte est la topographie du terrain, et on a créé des cartes dérivées exprimant celles ci.

Cette condition est basée principalement sur l'observation de l'inondation de 84/85.

4.4.2 DEMARCHE DE TRAVAIL

La condition suivante a été prise en compte pour délimiter les zones où peuvent avoir une inondation:

1- TOPOGRAPHIE : Selon les observations de la carte d'inondation, on peut déduire que c'est lorsque la topographie est supérieure à Hmax de l'inondation les zones seront loin d'être inondées. Les zones de hauteurs inférieures à Hmax de l'inondation sont extraites à partir de l'application contour des zones, elle-même dérivée du MNA.

La zone soumise à l'aléa « inondation » est donc celle a) où peuvent s'inonder et b) celle où peuvent s'étendre celle-ci.

4.5 CARTE DU RISQUE DE L'INONDATION DE LA PLEINE

Pour définir les cartes des zones à risque on part de la relation non mathématique :
 $RISQUE = ALEA * VULNERABILITE$ et on la transforme en opération multiplicative d'algèbre cartographique entre deux cartes booléennes exprimant l'aléa et la vulnérabilité.

En multipliant les cartes des zones d'aléa « inondation » ($b=8m$, $b=12.2m$, $b=14.9m$) et la couche qui circonscrit le réseau routier, on obtient ainsi la carte des zones à risques d'inondation pour une certaine crue en connaissant la hauteur maximale de cette inondation.

Comme mentionné plus haut « la zone soumise a l'aléa « inondation » est celle a) où peuvent s'inonder et b) celle où peuvent s'étendre celle-ci ».

Pour tenir en compte la zone où peuvent s'étendre l'inondation une autre couche thématique a été superposée aux cartes de risques en indiquant que toutes les infrastructures qui se trouvent dans ce parcours sont très vulnérables aux inondations qui se produisent dans le futur.

Le risque dépendra du volume de l'eau ruisselée ainsi que de la durée de l'averse responsable de l'inondation. Pour compléter la carte des risques il faut avoir des données plus précises en occupation du sol et de couche végétale et en hydrologie.

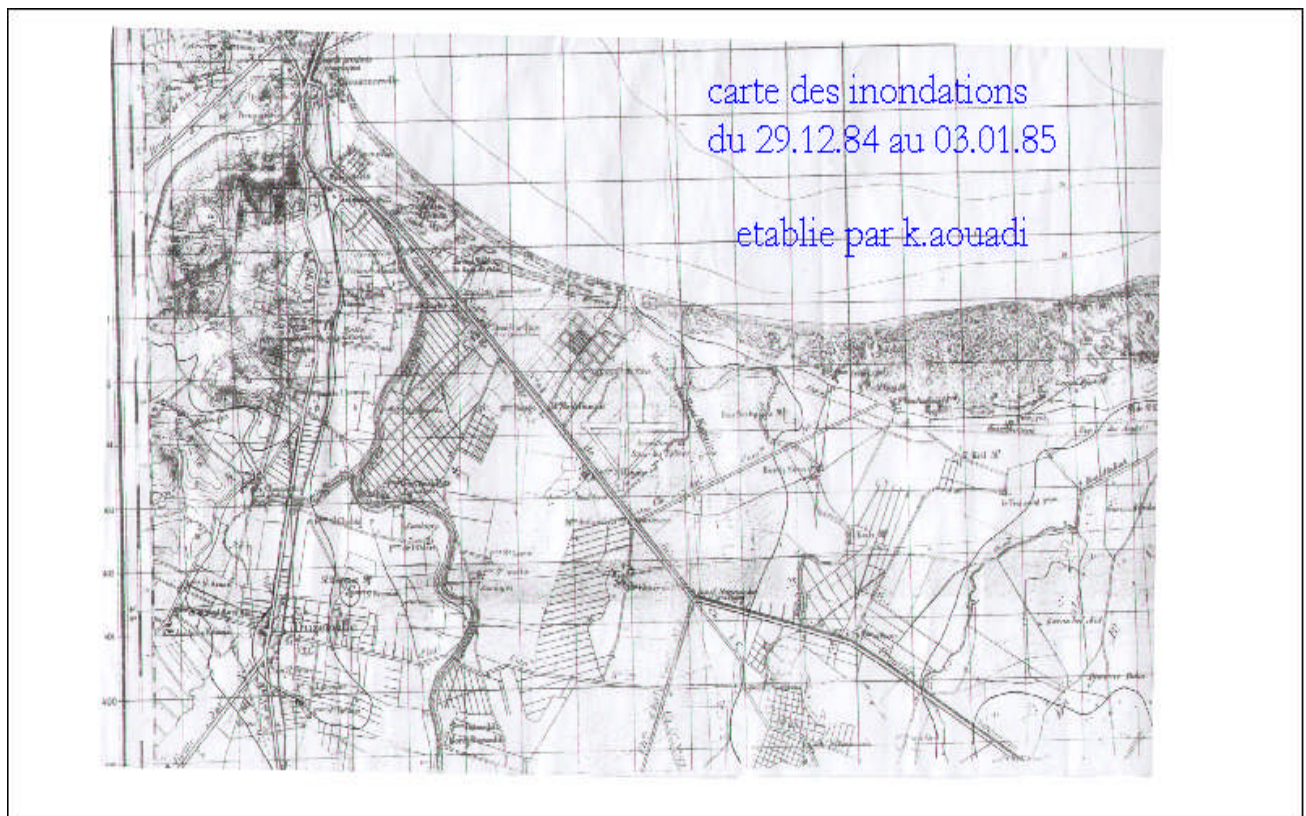


Fig.IV.4 : Carte d'inondations 29-12-84 au 03-01-85

Echelle : 1/50000

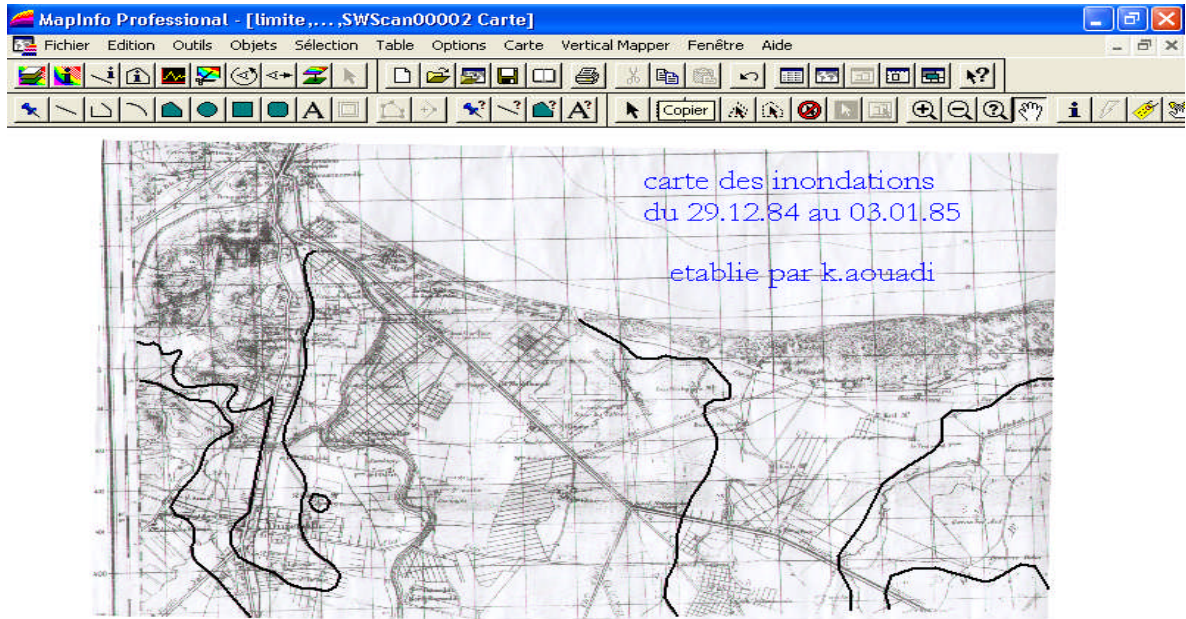


Fig.IV.5 : Carte d'inondations 29-12-84 au 03-01-85 sous MAPINFO 7.5
Echelle: 1/50000

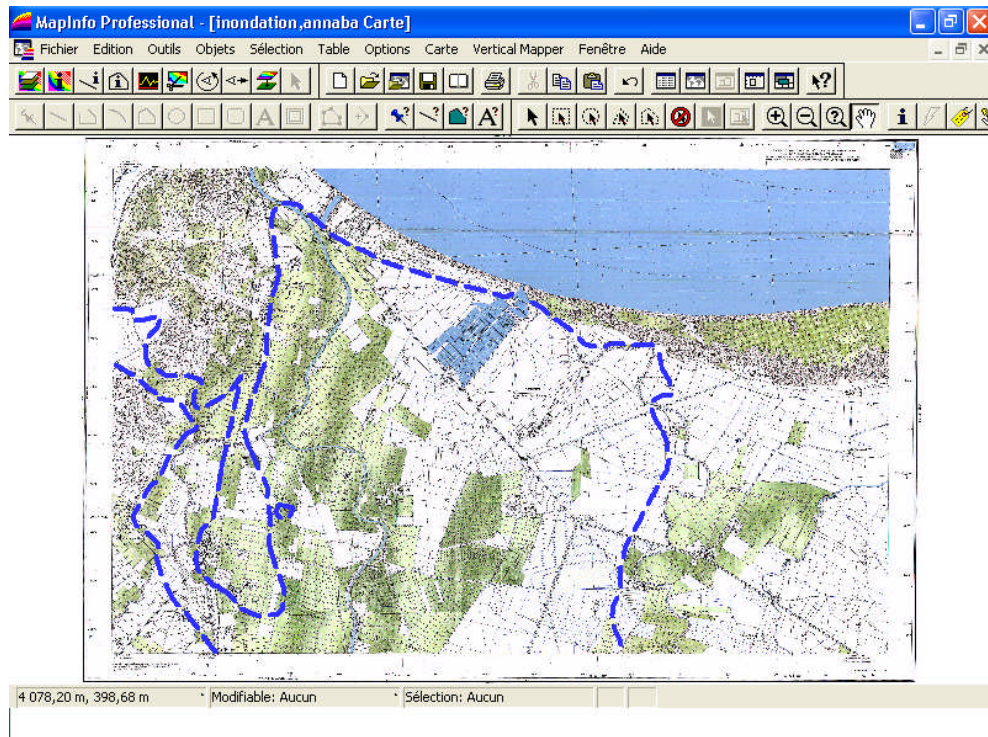


Fig.IV.6 : Carte de la pleine 1/25000
----- limite de l'inondation 84/85

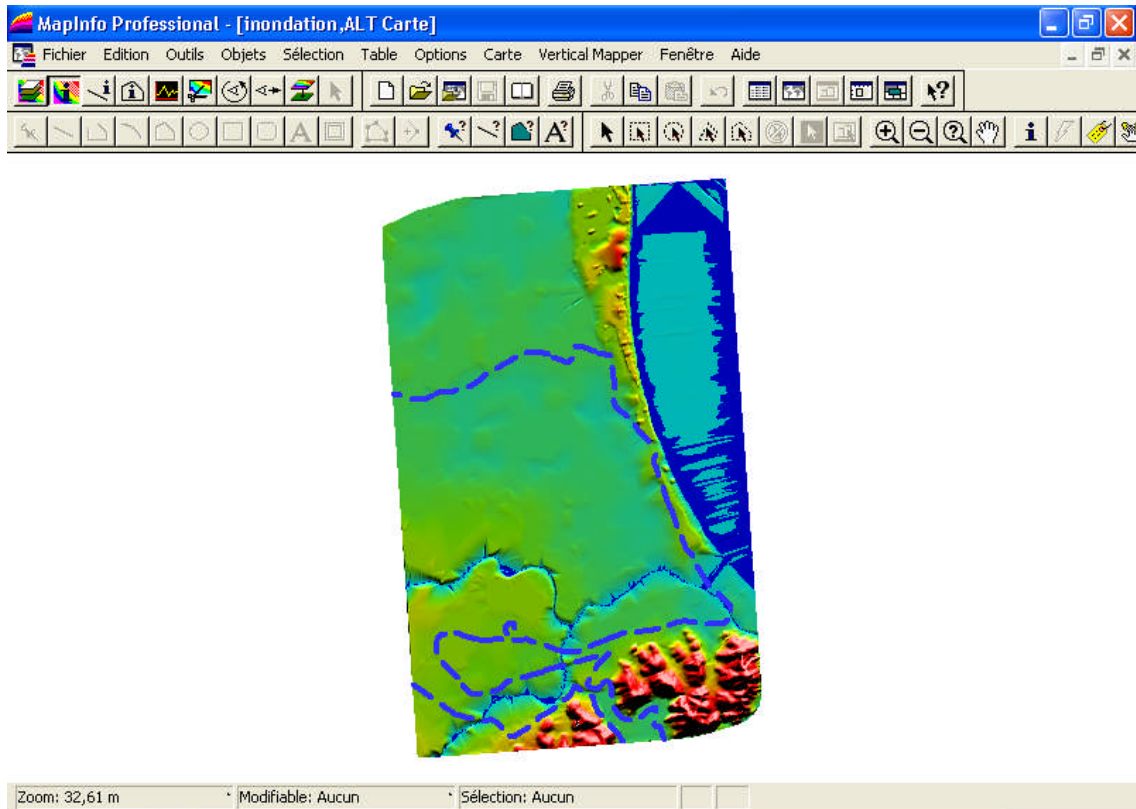


Fig.IV.7 : Modèle numérique d'altitude de la plaine (MNT25)
----- limite de l'inondation 84/85

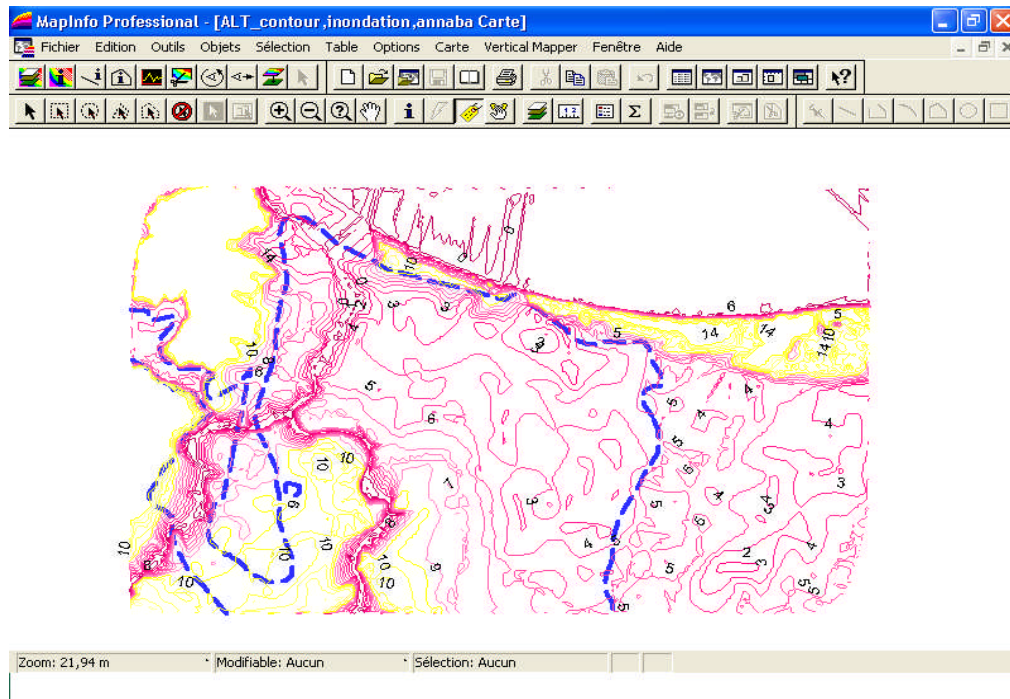


Fig.IV.8 : MNT25 (contour des zones inondables)
----- limite de l'inondation 84/85

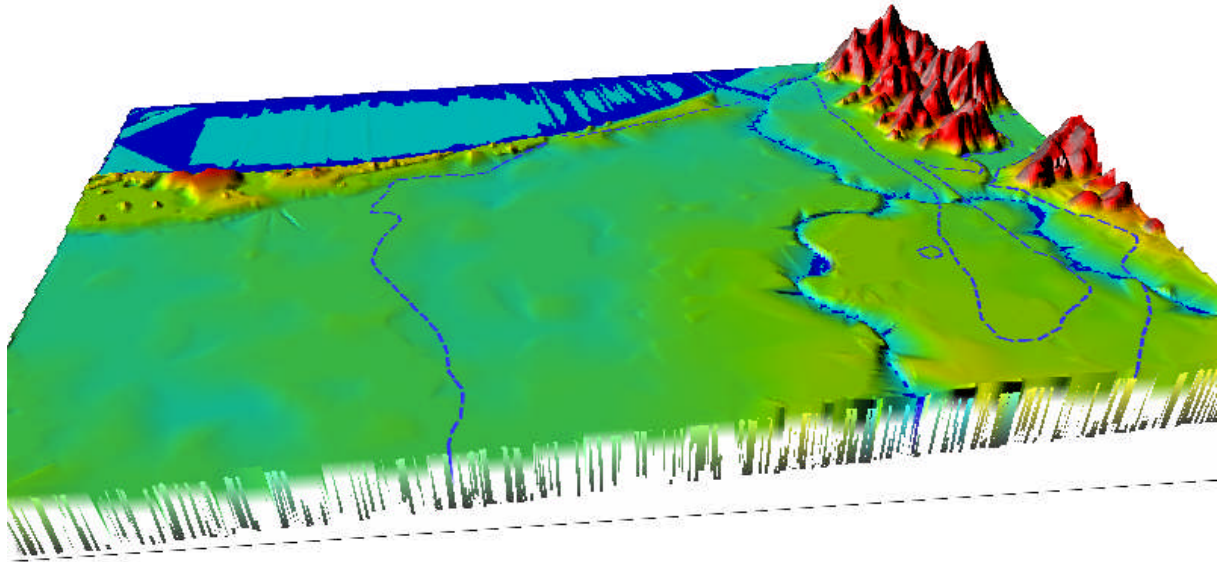


Fig.IV.9 : 3D de la plaine sous VM 3.0

----- limite de l'inondation 84/85

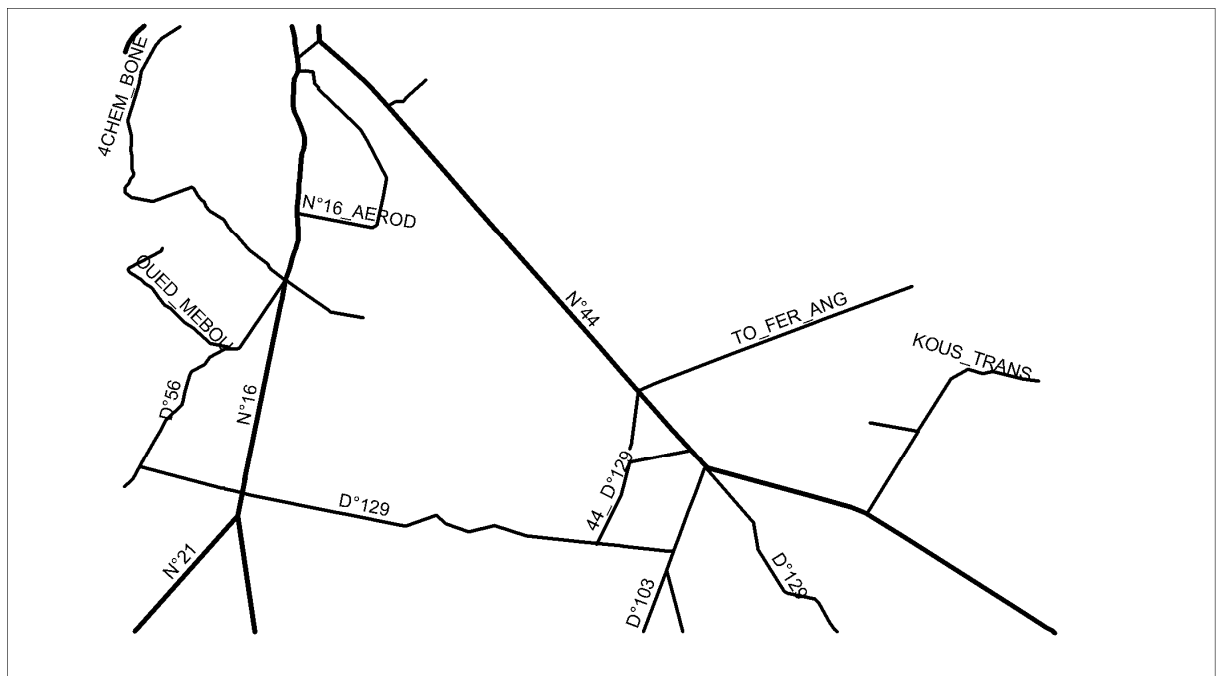


Fig.IV.10 : RESEAUX ROUTIERS DIGITALISE SOUS MAPINFO 7.5
(CARTE DE VULNERABILITE)

En variant la hauteur du lame d'eau ruisselée est enregistré au niveau de la station MIRBEK (station la plus proche de notre site) on obtient les résultats suivant :

Pour une hauteur qui correspond à une crue de fréquence de retour de 2 ans on a :

$Q=500(m^3/s)$ qui correspond à une hauteur de 8m.

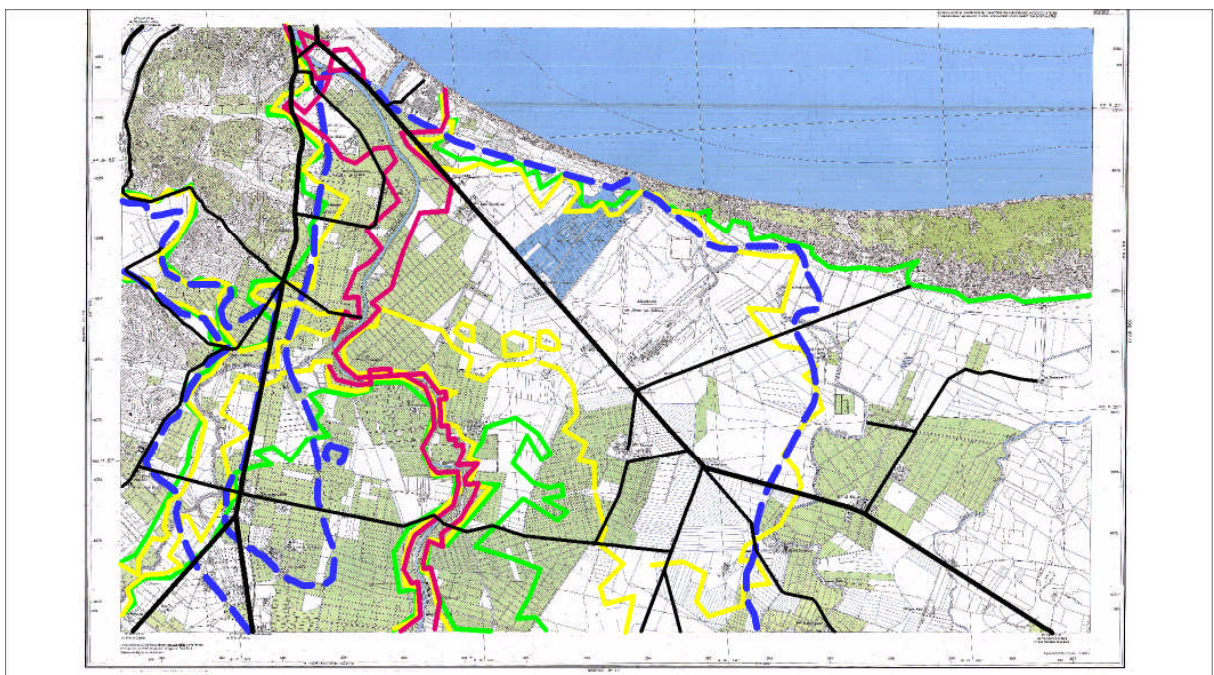
Pour une hauteur qui correspond à une crue de fréquence de retour de 5 ans on a :

$Q=1500(m^3/s)$ qui correspond à une hauteur de 12.2m.

Pour une hauteur qui correspond à une crue de fréquence de retour de 10 ans on a :

$Q=2900(m^3/s)$ qui correspond à une hauteur de 14.9m.

Pour cela on établira une carte de risque en criant des couches au niveau de notre MNT25. Pour les différentes inondation en fonction de leur fréquence d'apparition.



**Fig.IV.11 : CARTE DE RISQUE D'INONDATION DE LA PLEINE DE
SEYBOUSE 1/25000**

----- RESEAUX ROUTIERS

----- LIMITE DE L'INONDATION HISTORIQUE 84/85

----- LIMITE DE L'INONDATION POUR UNE CRUE DE FREQUENCE 2 ANS

----- LIMITE DE L'INONDATION POUR UNE CRUE DE FREQUENCE 5 ANS

----- LIMITE DE L'INONDATION POUR UNE CRUE DE FREQUENCE 10 ANS

Conclusion

Après qu'on a établie notre carte de risque du site en se basant seulement sur la topographie du terrain malgré la complexité du phénomène mais l'obligation de trouver des modèles simples et qu'on peut les appliquer à des grandes sites pour au moins quantifier le risque pour quand puisse le gérer le mieux possible nous a obligé à essayer de quantifier le risque par un modèle basant sur des données simple.

CONCLUSION GENERALE

Le Système d'information Géographique de la plaine de la Seybouse a été élaboré à partir de divers documents de base, essentiellement des cartes en format papier et scanné à différentes échelles. La digitalisation des cartes « papier » est une opération assez laborieuse. Les données digitales produites à l'aide différents programmes sous divers formats ont été importées dans le même SIG (MapInfo), et ainsi peuvent être analysées rapidement.

Dans ce travail, la démarche pour établir la carte des risques de la plaine de la Seybouse a été simplifiée. Les données non disponibles d'occupation du sol et hydrologiques permettraient de bien définir les zones où les inondations risquent de se former, ainsi que les largeurs et distances de parcours.

Le SIG de la plaine du Seybouse contient des données de base qui peuvent être utilisées dans d'autres domaines et il peut être complété avec d'autres thèmes et/ou couches d'informations.

Une fois les thèmes de base introduits dans le SIG, d'autres utilisateurs peuvent facilement changer les conditions utilisées pour calculer les cartes des risques selon leurs propres critères. La réalisation des cartes des risques de la plaine de la Seybouse est un bon exemple d'exploitation d'un SIG qui permet de combiner de nombreux thèmes qui doivent se superposer.

Les deux manières de limiter le risque est de réduire l'aléa de l'inondation en changeant la topographie du terrain. Ou d'atténuer la vulnérabilité en déplaçant les maisons et les infrastructures. Les deux solutions sont coûteuses et la deuxième engendrera probablement des problèmes politiques ou sociaux importants.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **GHACHI, A.** Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie le bassin de la Seybouse
- [2]. **Amara, R (2004);** « Approche par simulation numérique d'un tronçon aval de l'oued Seybouse en vu de la protection de la ville Annaba contre les inondations mémoire de fin d'étude à l'école nationale polytechnique »
- [3]. **Driouèche. A,** premiers pas avec Mapinfo 6.5 fonctionnalité de base (ENSH).
- [4]. **Adjab. S.** les inondations exceptionnelles de novembre 1982 (ANRH de Annaba)
- [5]. **Adjab. S.** les inondations de décembre 1984 (ANRH de Annaba)
- [6]. **INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE PARIS-GRIGNON**
Introduction Aux SIG Systèmes D'informations Géographiques
- [7]. **Taha-Hocine DEBIECHE ;** évolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, Application à la basse plaine de la Seybouse - Nord-Est Algérien ;(U. F. R. des Sciences et Techniques de l'Université de Franche-Comté Ecole Doctorale Homme, Environnement, Santé)
- [8]. Les cartes d'inondations 84/85 (**ANRH Annaba**)
- [9]. **MEBARKI A.** Hydrologie des bassins versants de l'EST Algérien.