

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Utilisation des systèmes d'information géographiques dans l'étude des écoulements superficiels (cas du bassin du Sebaou) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0021-17

APA Citation (توثيق APA):

Mekhaldi, Bouchra (2017). Utilisation des systèmes d'information géographiques dans l'étude des écoulements superficiels (cas du bassin du Sebaou)[Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مبداعات، مقالات، البوريات، كتب....) و بنه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE URBAINE

## MEMOIRE DE MASTER

*Pour l'obtention du diplôme master en Hydraulique*

### **OPTION : ALIMENTATIO EN EAU POTABLE**

#### **THEME :**

**Utilisation des systèmes d'information géographiques dans  
l'étude des écoulements superficiels (cas du bassin du  
Sebaou)**

#### **Présenté par :**

M<sup>lle</sup> : MEKHALDI Bouchra .

#### **DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup> : MEDDI Mohamed	Professeur.	Président
M <sup>me</sup> : AZIEZ Ouahiba	M A.A	Membre
M <sup>r</sup> : YAHIAOUI Samir	M A.A	Membre
M <sup>r</sup> : BOUZIANE Omar	M A.A	Membre
M <sup>me</sup> BELLABAS SALIMA	M.A.A	Promotrice

Avril 2017

الفيضانات في الجزائر تعرف كظاهرة طبيعية متكررة تسبب خسائر مادية و بشرية كبيرة . هذا العمل يمثل دراسة للفيضانات الناتجة عن الجريان السطحي في حوض السباو (Sebaou) و ذلك بالاعتماد على أدوات نظم المعلومات الجغرافية التي تسهل اتخاذ القرار وتحسن عمليات المتابعة و التسيير لهذه الظاهرة الطبيعية مع الأخذ بعين الاعتبار الدراسات والقياسات المأخوذة من الميدان. هذا المزيج من البيانات الجغرافية المكانية والموضوعاتية يسمح برسم الخرائط لمختلف المستويات التي تكون عرضة لخطر الفيضانات .

## RÉSUMÉ

Les inondations en Algérie se définissent aujourd’hui comme un phénomène naturel fréquent induisant des dégâts matériels et humains considérables, Le présent travail consiste à étudier des inondations générées par les écoulements superficiels au niveau du bassin versant de Sébaou en utilisant les SIG ( System d’information géographique) qui constituent des outils d’aide à la décision, optimisant le suivi et la gestion de cette problématique, en complément des études et mesures élaborées sur terrain. Cette combinaison des données géo-spatiales et thématiques permet une cartographie à différentes échelles des zones à risque d’inondation.

## ABSTRACT

Floods in Algeria are now defined as a frequent natural phenomenon causing considerable material and human damage. The present work consists in studying the floods generated by the surface flows at the level of the Sébaou using the GIS which constitute tools witch help in taking Decision, optimizing the monitoring and management of this problem in addition to the studies and measures developed on the ground. This combination of geo-spatial and thematic data allows a mapping at different scales of the zones at risk of flooding in this area .

# TABLES DES MATIERES

---

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>CHAPITRE I :Présentation générale des systèmes d'information géographique</b>	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Définitions.....	3
I.3. Historique .....	4
I.4 Les composantes d'un SIG .....	5
I.4.1. Le matériel.....	5
I.4.2. Les données Les données .....	5
I.4.3. Les utilisateurs.....	7
I.4.4. Les logiciels.....	8
I.4. 5. Les méthodes ou savoir-faire.....	8
I.5 . Les différentes fonctionnalités d'un SIG : les 5 « A » .....	8
I.5.1 Abstraction.....	8
I.5.2 Acquisition.....	8
I.5.3 Analyse.....	10
I.5.4 Archivage .....	11
I.5.5 Affichage.....	11
I.6 Avantage des SIG .....	11
I.7 Les principales contraintes des SIG .....	12
I.8. domaines d'application des SIG.....	12
1.9. mise en place d'un SIG .....	13
I.10 Conclusion .....	13
<b>CHAPITRE 2:Généralité sur les inondations</b>	
II.1. Introduction .....	14
II.2. Notion de Géomorphologie fluviale .....	14
II. 3 Crue .....	15
II. 3.1 Les facteurs générateurs des crues .....	15
II.3.2 Types de crues.....	16
II.3.3 Les différentes crues.....	16
II.4. Inondations .....	16
II.4 .1 Connaissance de l'aléa « INONDATION ».....	17
II.4.2 Principaux paramètres spécifiant l'aléa « INONDATION ».....	17
II.4.3 Les différents Types d'inondations .....	17
II.5.Evaluation du risque inondation.....	19
II.6 Hydrologie pour estimer l'aléa d'inondation .....	19
II.7 Les inondations en Algérie.....	19
III.7.1. Causes et types des crues catastrophiques en Algérie.....	19
II.8 Conclusion.....	22
<b>CHAPITRE III : Présentation de la zone d'étude</b>	
III. 1. Introduction.....	23

# TABLES DES MATIERES

---

III .2. Situation géographique .....	23
III.3. Paramètres physiques et morphologique.....	23
III. 4 Le relief .....	24
III.5. La pente .....	25
III. 6. Etude géomorphologique .....	26
III. 6.1 Les unités morpo structurales .....	27
III. 7. Réseau hydrographique.....	27
III. 8 . Géologie du bassin versant .....	28
III. 8 .1. Cadre géologique régional .....	28
III. 9.les paramètres climatiques .....	29
III. 9.1.Variation des précipitations .....	29
III. 9.2.Température .....	31
III. 9.3 .L'humidité relative de l'air .....	31
III. 10- Le couvert végétal.....	32
III.11 Conclusion .....	32

## **CHAPITRE IV :Cartographie des zones inondables**

### **PARTIE 1 : Analyse des données pluviométrique et hydrologiques**

IV.1 Introduction .....	32
IV . 2. Analyse des données pluviométrique et hydrologiques du bassin oued Sébaou .....	32
IV.2.1 Analyse des données pluviométrique.....	32
IV .2.2. Analyse des données pluviométrique et hydrologique.....	36
IV .3 Estimation des débits de crues.....	39

### **Partie 02 : Cartographie des zones inondable**

IV .3 Introduction .....	43
IV . 4 Méthodes pour cartographier les zones inondables.....	43
IV.5 . Réalisation de la carte de vulnérabilité de la région base de bassin versant de Sébaou.....	44
IV.5 . 1. Traçage d'Oued Sébaou.....	44
IV.5 .2. Simulation numérique de la crue d'oued Sébaou.....	45
IV.5.3. Finalisation de la carte.....	46
IV.5.4 Carte finale de vulnérabilité aux inondations.....	48
Iv .6 Conclusion .....	50
<b>Conclusion générale</b> .....	51

# LIST DES TABLEAUX

---

## CHAPITRE II:Généralité sur les inondations

<b>Tableau II.1</b> : Caractéristiques des crues observées du 28 au 31 mars 1974.....	22
---	----

## CHAPITRE III :Présentation de la zone d'étude

<b>Tableau .III.01:</b> paramètres morphologiques des sous bassin versant du Sébaou	23
<b>Tableau.III.2</b> : Répartition des pentes dans la vallée du Sébaou.....	25
<b>Tableau III-3</b> : Les paramètres morphologiques du bassin versant du Sébaou.....	25
<b>Tableau-III- 4</b> : précipitations moyennes annuelles 1980-2010 .....	28
<b>Tableau –III-4</b> : précipitations moyennes annuelles 1980-2010 .....	29
<b>Tableau III-05</b> : Précipitation moyennes mensuelles des stations pluviométriques 1980-2010..	30
<b>Tableau-III- 06:</b> Températures moyennes mensuelles de la station d'AZAZGA (1968-2005)	30
<b>Tableau-III- 10:</b> Moyenne mensuelle de l'humidité (1989-2005).....	31

## CHAPITRE IV :Cartographie des zones inondables

<b>Tableau IV.1</b> : les stations utilisé pour le calcul .....	32
<b>Tableau IV-2</b> : Caractéristiques des séries pluviométrique Annuels .....	33
<b>Tableau IV-5</b> : Caractéristiques de la séries pluviométrique maximales journalière.....	35
<b>Tableau IV.6</b> : les stations utilisé pour le calcul .....	36
<b>Tableau IV-7</b> : Caractéristiques desla séries pluviométrique Annuels .....	37
<b>Tableau IV-8</b> débit des crues et hauteur correspondants .....	39
<b>Tableau IV.9</b> : le temps de concentration calculé .....	40
<b>Tableau IV.10</b> comparaison de résultats pour les différentes périodes de retour.....	42

# Liste des figures

---

<b>CHAPITRE I :Présentation générale des systèmes d'information géographique</b>	
<b>Figure I.1</b> : Composantes d'un SIG .....	04
<b>Figure I.2</b> : Données spatiales .....	06
<b>Figure I.3</b> : Notion de couches de données .....	07
<b>Figure I.4</b> : Modes de données dans un SIG .....	10
<b>CHAPITRE II :Généralité sur les inondations</b>	
<b>Figure .II. 1</b> : Schéma d'organisation de la plaine des cours d'eau (MASSON et al,1996).....	14
<b>Figure .II. 2</b> :Les inondations en Algérie. ( MEHDI, 2016).....	20
<b>CHAPITRE III :Présentation de la zone d'étude</b>	
<b>Figure III-1</b> : sous bassins versants de la vallée du Sébaou.....	24
<b>Figure.III.2</b> : Carte des reliefs et altitudes du bassin versant de la vallée du Sébaou..	25
<b>Figure III-3</b> : Carte du Réseau hydrographique du bassin du Sébaou (Source : ANRH).....	28
<b>Figure .III.4</b> : carte des grandes unités structurales sur le méridien de la Kabylie après M. Durand Delga, 1969).....	29
<b>CHAPITRE IV :Cartographie des zones inondables</b>	
<b>PARTIE 1 : Analyse des données pluviométrique et hydrologiques</b>	
<b>Figure IV.1:</b> Ajustement des pluies annuels par la loi-log normale de la station Freha (code 02-16-03)	34
<b>FigureIV.2</b> Ajustement des pluies annuels par la loi normale de la station de Baghlia (02-20-02)	34
<b>FigureIV.3</b> Ajustement des pluies annuels par la loi normale de la station Tizgirtb Nboubhir (02-15-01)	35
<b>FigureIV.4</b> Ajustement des pluies maximales journalière de la station Baghlia (02-20-02)	36
<b>Figure IV .5</b> Ajustement de débit annuel par la loi normale de la station de Baghlia (02-20-02)	37
<b>Figure IV .6</b> Ajustement de débit annuel par la loi normale de la station de Freha (02-16-03)	38
<b>Figure IV .7</b> Ajustement de débit annuel par la loi normale de la station de Ain Zaouia (02-19-05)	38
<b>Figure IV .8:</b> Présentation de bassin versant et le réseau hydrographique par ARC Gis	44

## Liste des figures

---

<b>Figure IV .9:</b> Présentation des coupes sur l' HEC-GEORAS.....	45
<b>Figure IV .10</b> Le procédure de madérisation.....	46
<b>Figure IV .11</b> Simulation numérique de la crue centennale d'Oued Sébaou en utilisant le..... HEC-RAS	47
<b>Figure IV.12</b> zones inondables de la région base de Sébaou.....	48
<b>Figure IV.13</b> Carte de vulnérabilité aux inondations de la région (google earth ,2016)	49



# Nomenclature

**MNT** : Modèle Numérique de Terrain

**TIN** : Triangulated Irregular Network

**AEP** : Alimentation en eau potable.

**ONM** : Office National de la Météorologie

**SIG** : System d'information géographique

**HEC-RAS** : Hydrologic Engineering Centers River Analysis System

**ESRI** : Environmental Systems Research Institute

**SGBD** : système de gestion de base de données

## INTRODUCTION GENERALE

Les inondations sont parmi les catastrophes naturelles qui causent des pertes et des dommages matériels dans le monde. Elles constituent le risque le mieux distribué sur la planète (White, 1999). De plus, leur grande fréquence dans certaines régions du globe, leur dépendance face aux changements climatiques et la pression démographique de plus en plus forte sur les rives des cours d'eau en font des événements de plus en plus préoccupants et difficiles à gérer. Selon l'Institut international de l'eau de Stockholm (SIWI), pour la période 1996-2005, environ 80 % des catastrophes naturelles étaient d'origine météorologique ou hydraulique, et les inondations auraient lors de cette décennie affecté en moyenne 66 millions de personnes par an entre 1973 et 1997. Ce sont les catastrophes naturelles qui produisent le plus de dégâts.

En Algérie, les inondations sont devenues de plus en plus complexes à gérer. En effet, la construction de nombreux ouvrages et aménagements, de même que l'installation de résidences permanentes sur les rives des cours d'eau, ont eu pour conséquence d'augmenter, ou du moins modifier, le risque face aux crues exceptionnelles. De plus, l'absence ou la mauvaise transmission vers les intervenants des connaissances sur l'hydrologie fluviale a eu pour conséquence le manque ou l'absence de règlements régissant la construction dans les zones inondables. Ceci a permis à de nombreux citoyens de s'installer en permanence sur les plaines inondables et d'obtenir des droits acquis face aux lois et règlements subséquents (Leclerc, 2000).

Diverses méthodes de gestion, de prévision et d'évaluation du risque d'inondation existent (Yahiaoui, 1997). L'évolution des connaissances et les technologies a permis d'établir des méthodes de plus en plus précises basées sur des concepts hydrologiques et hydrauliques. Par contre, aucune des méthodes existantes ne permet de réaliser une évaluation à la fois préventive et quantitative précise liée au risque d'inondation. L'utilisation d'une nouvelle méthodologie nommée hydro-géomorphologique basée sur le concept du régime de crue d'un bassin versant conduit à établir une cartographie des risques probables d'inondation très intéressante pour répondre aux différentes préoccupations à l'égard de la prévention de ces événements. Cette méthodologie est présentée et illustrée à l'aide d'une application sur le tronçon de l'oued Sébaou situé au bas de bassin versant de Sébaou dans le nord Algérien dont le potentiel d'analyse et l'éclairage nouveau apporté par cet outil de cartographie sont exposés et discutés.

Dans ce contexte, le travail que nous présentons s'inscrit dans une démarche méthodologique de traitement d'images satellitaires et de cartographie des paramètres topographiques et hydrographiques de notre zone d'étude. En effet, développement de la technologie spatiale a permis

une meilleure connaissance et une exploitation efficace du cycle de l'eau par l'utilisation des images satellitaires. Ces images sont exploitées, principalement pour la modélisation de la topographie à travers les Modèles Numériques de Terrain générés par la technique interférométrique.

La cartographie du réseau hydrographique à partir de ces MNT a un double objectif : le premier est la détermination des descripteurs de la topographie (pentes, crêtes, vallées, etc.) des bassins versants et de leurs paramètres hydrologiques afin de cartographier les zones de récupération des ruissellements et le deuxième est la modélisation synthétique de la géomorphologie de bassin versant pour une meilleure connaissance de l'occupation du sol (Nanée C., 2004). Cette modélisation permet de prévoir la réponse des bassins versants à des événements pluvieux et de connaître l'évolution au cours du temps de ses caractéristiques d'écoulement afin de pouvoir établir une carte des inondations au sein cette zone on utilisant les Systems d'information géographique (SIG) dans ce travail on a utiliser l'Arc Gis et l'HEC Geo-Ras ainsi que l'HEC – RAS .

## CHAPITRE I :

### Présentation générale des systèmes d'information géographique

#### I.1 INTRODUCTION

Depuis plus de vingt ans, le développement de l'informatique a entraîné des modifications importantes pour la géographie et la cartographie. La production de données s'est accélérée, grâce à de nouvelles méthodes de collecte et d'acquisition. Le traitement des données localisées s'est largement développé, avec la saisie numérique des données graphiques, cartes et plans, avec les systèmes de gestion de bases de données et les capacités de stockage des systèmes informatiques. L'objectif de ce chapitre donc est d'introduire les notions essentielles sur les systèmes d'information géographique.

#### I.2 DEFINITIONS

Un système d'information géographique (SIG) est un système informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace. (Maguire D.J,1991)

Un système d'information géographique est aussi un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées. C'est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision.

Un système d'information géographique, comme le montre la figure I.1, est un ensemble des équipements informatiques, de logiciels et de méthodologies pour la saisie, la validation, le stockage et l'exploitation de données, dont la majorité est spatialement référencée, destinée à la simulation de comportement d'un phénomène naturel, à la gestion et l'aide à la décision. (Tena-Chollet F.,2009)



**Figure I.1** : Composantes d'un SIG (<http://www.afigeo.asso.fr/les-sig.html>)

## I.3. Historique

En 1884 dans le quartier de Soho à Londres, le docteur John Snow découvre les causes d'une épidémie de choléra en superposant sur un même carte les foyers de la maladie et le lieu de puisage de l'eau. Cet exemple est souvent cité comme première application de l'analyse spatiale. Néanmoins l'informatisation des données géographiques afin de faciliter cette analyse commence réellement dans les années 60 en Afrique de l'Est où la multiplicité des cartes et la difficulté à hiérarchiser les informations rendent la localisation des meilleurs sites pour de nouvelles implantations forestières très difficile. (Maguire.1991)

En 1991, D.J. Maguire définit trois grandes périodes dans l'histoire des SIG :

- De la fin des années 50 au milieu des années 70 : création des premières cartes informatiques
- Du milieu des années 70 au début des années 80 : diffusion des SIG dans les organismes d'état
- A partir du début des années 80 : explosion du marché des logiciels, augmentation des applications et des fonctionnalités des SIG, mise en réseau

On peut aujourd'hui ajouter deux grands points : la banalisation de l'informatisation des données géographiques avec les GPS, les sites de calcul d'itinéraires et des fonctionnalités comme GoogleMap et l'apparition des objets 3D. .( Maguire.1991)

## I.4 Les composantes d'un SIG

Comme on a déjà cité un SIG possède cinq composantes principales : le matériel, les données, les utilisateurs, les logiciels et les méthodes. (Ould Ahmed ;2005)

### I.4.1. Le matériel

L'utilisation d'un SIG requiert l'utilisation d'un ou de plusieurs ordinateurs qu'ils soient autonomes ou en réseaux. De plus, on trouve aujourd'hui de plus en plus de systèmes client-serveur qui proposent des solutions de diffusion de cartes sur le web à partir duquel le client peut directement faire des requêtes.

### I.4.2. Les données

Le premier aspect auquel on pense quand on évoque la notion de logiciel de cartographie informatique ou de système d'information géographique est celui de manipuler les données. Ces derniers sont indispensables au SIG.

#### I.4.2. 1 Types de données dans un SIG

Généralement pour qu'un objet spatial soit bien décrit et prêt à être utilisé par un SIG, trois informations doivent être fournies:

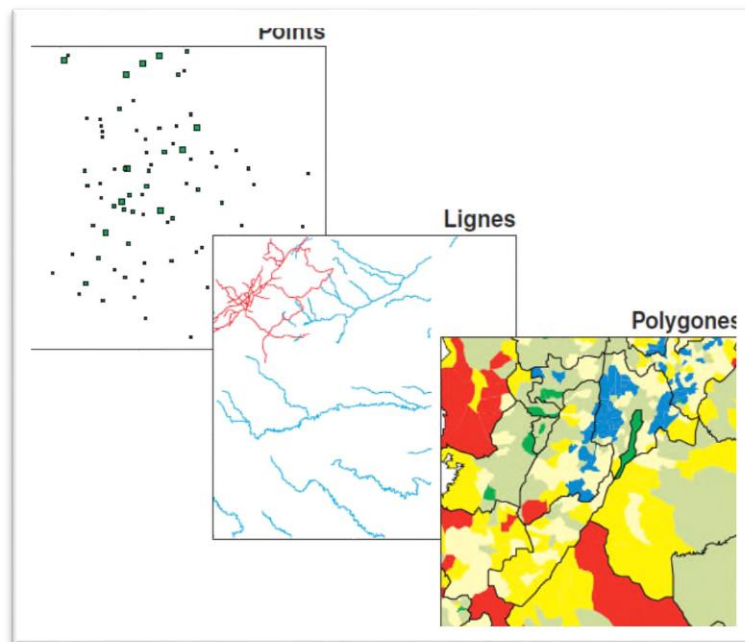
- sa position géographique dans l'espace
- sa relation spatiale avec les autres objets spatiaux : topologie
- son attribut, c'est à dire ce qu'est l'objet avec un caractère d'identification (code) Les systèmes d'information géographique permettent de traiter les données spatiales et associées. (Sauvagnargues-Lesage S. et Ayral P.A ;2009 )

**A. Données spatiales :** Elles déterminent les caractéristiques spatiales d'une entité géographique où sont représentés et identifiés tous les éléments graphiques:

- La localisation : coordonnées par rapport à une échelle graphique de référence.
- La forme: point, ligne, surface.
- La taille: longueur, périmètre, surface.

Les informations font référence à des objets de trois types (figure I.2):

- Point: est désigné par ses coordonnées et à la dimension spatiale la plus petite.
- Ligne: a une dimension spatiale constituée d'une succession de points proches les uns des autres.
- Polygone (zone ou surface): est un élément de surface défini par une ligne fermée ou la ligne qui le délimite. (Sauvagnargues-Lesage S. et Ayral P.A ;2009 )

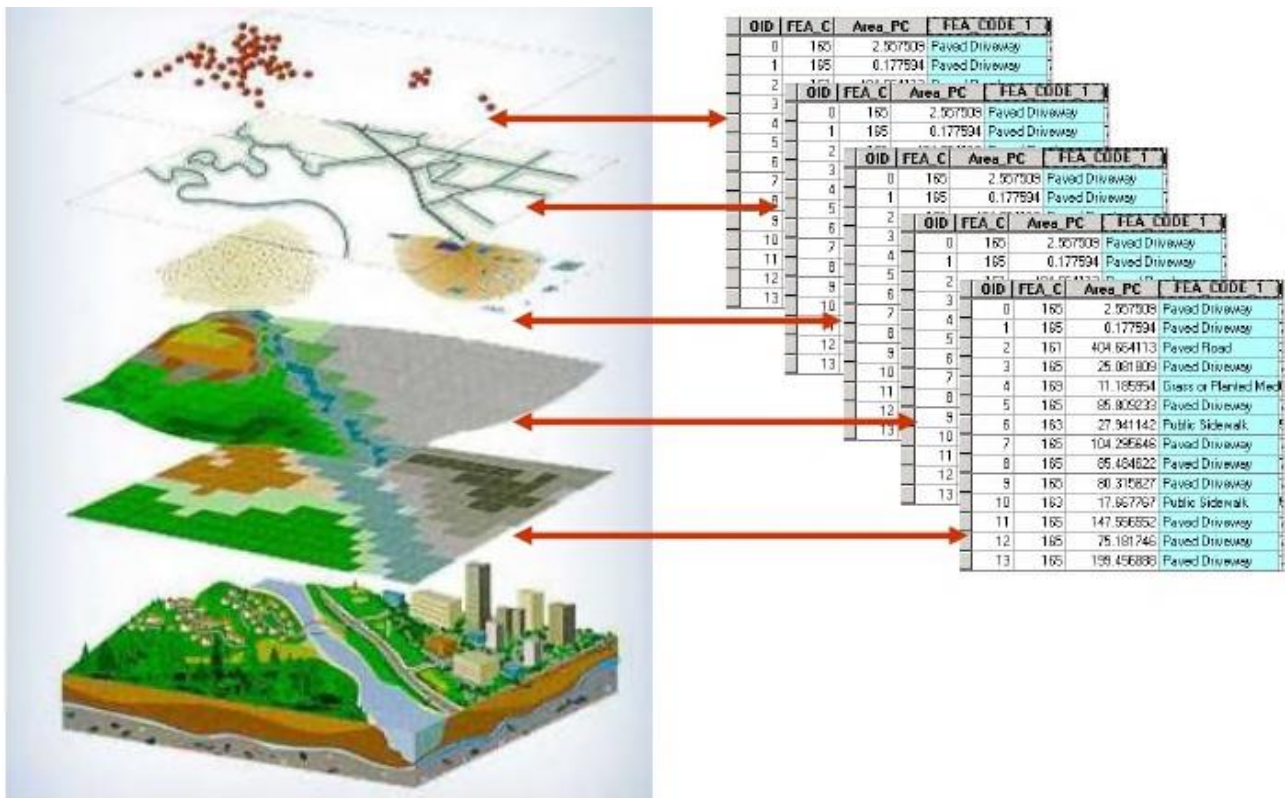


**Figure I.2** : Données spatiales (<http://resources.arcgis.com>)

**B. Données associées :** Les données associées des entités géographiques permettent de compléter la représentation géométrique de l'entité spatiale. Chaque élément de l'espace reçoit un code d'identification qui peut être numérique ou littéral (figure I.3). Ce code constitue en quelque sorte une étiquette caractérisant le point, la ligne ou le polygone. Parmi ces données il faut distinguer :

✓ **Données de classification :** Ces données permettent de ranger le point isolé, la ligne ouverte ou la ligne fermée, dans une catégorie: limite administrative, contour de parcelle, bordure de trottoir, arbre d'alignement, conduite de réseau d'eau... Souvent ces distinctions seront prises en compte par l'organisation même du travail de saisie. Tout se passe, comme si l'on distinguait plusieurs couches d'informations, que l'on saisit successivement. . (Ould Ahmed ;2005)

✓ **Données d'identification :** Ces données permettent d'individualiser chaque objet figurant sur le plan: nom propre de l'objet, par exemple nom de la commune ou numéro permettant de l'identifier: numéro de parcelle, numéro de vanne...



**Figure I.3** : Notion de couches de données (<http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c03-s01.fr.html>)

**Données attributaires:** Ces données viennent apporter une information supplémentaire, propre à chaque objet identifié: le propriétaire de la parcelle, le diamètre de la conduite d'eau... Souvent ces informations sont déjà disponibles sur des fichiers informatiques, où elles sont liées à l'identifiant de chaque objet. En général, la classe d'objet est déterminée, au moins en partie, par le processus de digitalisation, les identifiants étant introduits souvent en bloc à la fin. (Ould Ahmed ;2005)

### I.4.3. Les utilisateurs

Les SIG s'adressent à des utilisateurs très différents (urbanistes, géographes, élus, militaires, commerciaux, informaticiens...) et aujourd'hui, en particulier avec l'apparition des SIG sur Internet n'importe qui peut être amené à utiliser un SIG.



### **I.4.4. Les logiciels**

Les logiciels font le lien entre les données, le matériel et les utilisateurs. A partir d'une interface graphique, l'utilisateur va interroger une base de données afin de visualiser et d'analyser ces différentes informations.

### **I.4. 5. Les méthodes ou savoir-faire**

Différentes compétences techniques sont indispensables à la mise en œuvre et à l'exploitation des SIG comme par exemple des connaissances en géodésie, en analyse des données, en sémiologie graphique ou encore en traitement informatique.

## **I.5 . Les différentes fonctionnalités d'un SIG : les 5 « A »**

### **I.5.1 Abstraction**

L'abstraction consiste à modéliser le problème afin de le rendre compréhensible par le plus grand nombre possible, de faciliter sa conception ultérieure et de s'assurer de respecter certaines normes de conception. Cette partie concerne plus particulièrement le système de gestion de base de données (SGBD).( Ould Ahmed ;2005)

### **I.5.2 Acquisition**

L'acquisition concerne la récupération et la création des données. Il existe différentes sources d'acquisition : les organismes nationaux et internationaux, les producteurs locaux, les collectivités territoriales, les géomètres, la numérisation des cadastres ou encore la localisation du patrimoine. Il existe différentes techniques d'acquisition permettant d'intégrer les données selon quatre modes différents ( Ould Ahmed ;2005)

#### **I.5.2.1 techniques d'acquisition de données**

Dans la pratique, les données géographiques proviennent de sources différentes, ont des modes d'acquisition différents, sont sur des médias différents, on dit qu'elles sont multi sources. Certaines données sont directement mesurées sur le terrain ou captées à distance, ou saisies à partir de cartes ou de plans existants, ou récoltées par des organismes de production de données et ensuite importées. Il s'agira d'intégrer ces données hétérogènes, car de qualité, de fiabilité, de précision et d'extensions spatiales bien différentes. Nous présentons dans ce qui suit les principales méthodes d'acquisition de données. (BOUKLI HACENE Chérifa et RABAH FISSA Amina .2011....)

**a. Numérisation :** La numérisation (digitalisation ou vectorisation) permet de récupérer la géométrie des objets disposés sur un plan ou une carte préexistante. Elle consiste à faire évoluer un curseur sur un plan posé sur une table à digitaliser et préalablement calé en coordonnées. La table est réceptive aux signaux électriques émis par le curseur. Elle peut localiser ces signaux sur le plan de la table avec une précision de l'ordre du dixième de millimètre (BOUKLI HACENE Chérifa et RABAH FISSA Amin.2011.)

**b. Balayage électronique (scannérisation) :** Le balayage électronique (réalisé avec un scanner) est un autre moyen de saisir un plan existant. Il est plus rapide que la digitalisation manuelle.

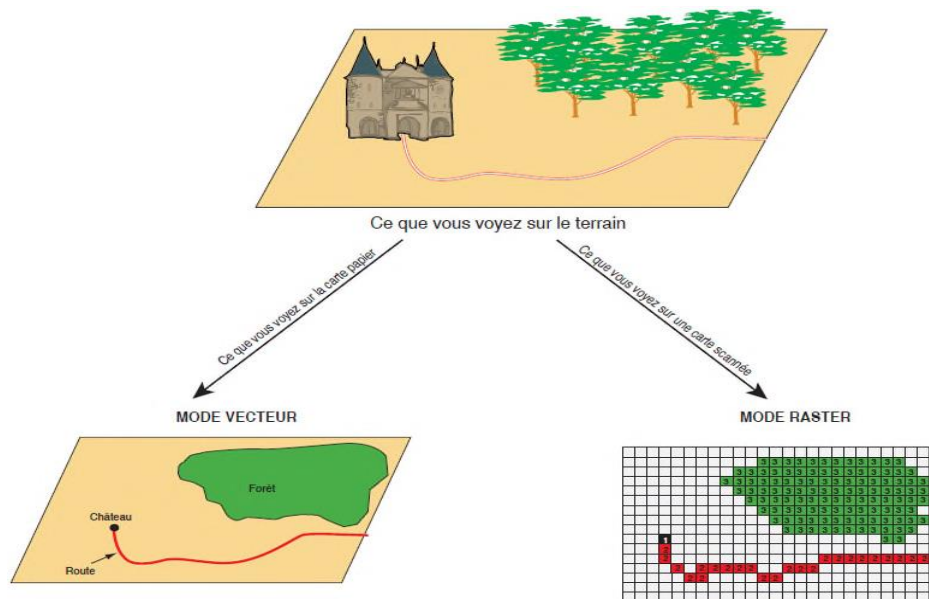
**c. Photogrammétrie :** La photogrammétrie aérienne est utilisée de façon systématique pour constituer les cartes à moyenne échelle. Elle est retenue également dans les pays dont la couverture cartographique et géodésique est déficiente et utilisée pour la constitution de plans à grande échelle pour un coût qui peut être très avantageux.

**d. Images satellitaires (télédétection) :** La télédétection est un moyen très commode de créer les données à introduire dans les SIG. Il s'agit en effet d'utiliser, dans des conditions particulières et rigoureuses, soit les photographies aériennes, soit les images enregistrées et transmises par satellite

**e. Import de fichiers :** C'est une façon de réduire les coûts de saisie et de récupérer des données existantes et de les convertir au format, au système d'unités et au système de projection souhaités

### I.5.2.2 Les modes d'acquisition des données

- a) **Le mode Raster :** Le mode raster ou mode matriciel décrit l'image sous la forme d'une matrice de pixels. Chaque matrice représente une couche d'information.
- b) **Le mode vecteur** Ce sont des points, des lignes, des polygones ou des polygones qui sont déterminés par leurs coordonnées.



**Figure I.4** : Modes de données dans un SIG (<http://air.imag.fr/mediawiki/index.php/EA2012-SIGà>)

- c) ) **Le mode TIN (Triangulated Irregular Network)** L'image est découpé en un maillage triangulaire dont les cellules sont de forme et de taille différentes. Ce mode de représentation permet de réduire le nombre de données en adaptant la taille des triangles au discontinuités de l'image pour la représentation de réalités continues. La localisation idéale des nœuds du réseau est malgré tout fastidieuse. .( Maguire.1991)
- d) **Le mode MNT (Modèle Numérique de Terrain)** Les points numérisés indiquent l'altitude du terrain.

### I.5.3 Analyse

L'analyse spatiale se distingue selon qu'elle se base sur des données sémantiques ou des données géométriques. L'analyse spatiale sémantique repose sur l'étude, par des requêtes ou des calculs, de données alphanumériques afin de décrire qualitativement ou quantitativement certaines caractéristiques d'une région. Cette description se fait souvent de manière cartographique et elle se doit de respecter les règles de sémiologies graphiques. Les données qualitatives non ordonnées sont représentées par des couleurs différentes, des formes, des différences de texture ou d'orientation. Les données qualitatives ordonnées ou quantitatives relatives sont représentées par un dégradé d'une seule et même couleurs ou l'affichage de valeurs. Les données quantitatives absolues sont représentés par une variation de taille. L'analyse spatiale géométrique est l'étude des formes, des positions et des relations entre les objets comme le calcul de distances, d'intersections ou

d'exclusions par exemple. Il est alors possible de travailler sur la topologie. Ces analyses sont possibles grâce aux différentes fonctionnalités que proposent les logiciels de SIG. ( Maguire.1991)

### **I.5.4 Archivage**

L'archivage permet de stocker les informations de manière réfléchie afin d'y accéder le plus rapidement possible. Pour les données alphanumériques, le stockage peut être réalisé grâce aux différents systèmes de gestion de base de données selon le modèle abstrait prédéfini. Néanmoins, une grande partie des informations sémantiques est encore contenue dans des fichiers plats c'est-à-dire des fichiers textes structurés. Pour les images, il existe une multitude de formats de stockage qui comprennent ou non les données sémantiques.. (Sauvagnargues-Lesage S. et Ayrat P.A ;2009 )

### **I.5.5 Affichage**

L'affichage peut se faire sur différents supports. La plupart du temps, le SIG installé sur une machine fixe est capable de lire un ou plusieurs formats d'images et de manipuler des bases de données afin d'afficher sur l'écran les informations voulues. Aujourd'hui, il devient possible de ne plus installer le logiciel directement sur sa machine et de réaliser ses requêtes et l'affichage des résultats directement par Internet. Que ce soit directement sur l'ordinateur ou par internet, l'affichage ne peut se faire que sur une machine capable d'intégrer ces logiciels et ces outils assez coûteux en mémoire.

## **I.6 Avantage des SIG**

- Simplifier les tâches quotidiennes en utilisant un outil fonctionnel, convivial et intuitif
- Augmenter la performance et la productivité (optimisation des saisies, gain de temps ...)
- Consulter et chercher la données rapidement
- Centraliser l'information
- Détenir un historique clair, rigoureux et précis de l'information
- Eviter les erreurs et la perte d'information
- Améliorer la communication interne (l'information n'est plus aux mains d'une seule personne mais accessible et compréhensible par toute l'organisation), et ainsi mutualiser les compétences entre les services
- Visualiser, contrôler votre zone d'activité et vos équipes
- Automatiser les procédures (éditions de rapports automatiques)
- Faciliter la mise à jour régulière des données (saisies, modifications des données facilitées)

## I.7 Les principales contraintes des SIG

- Manque de personnel spécialisé et compétent.
- Coût élevé et problèmes techniques pour l'acquisition des données.
- Non standardisation des formats de données.
- Manque d'outils pour la gestion du temps.
- Manque d'outils pour la gestion en 3 dimensions.
- Nécessité de formaliser les besoins et structurer les données.
- Nécessité d'une mobilisation continue des acteurs

## I.8. Domaines d'application des SIG

Les approches ont mis en évidence le fait qu'un système d'information géographique est un outil de gestion et d'aide à la décision. C'est un outil de gestion pour le technicien qui doit au quotidien assurer le fonctionnement d'une activité.

Le SIG doit aussi être un outil d'aide à la décision pour le décideur (directeur, administrateur) qui doit bénéficier de sa puissance et disposer de cartes de synthèses pour prendre les meilleures décisions (Abdelbaki C et al , 2012) . C'est cette finalité qui permet d'employer le terme de système d'information et de donner aux SIG les domaines d'applications suivants :

### **Pour les grandes échelles**

- La gestion foncière et cadastrale (recensement des propriétés, calcul de surfaces)
- La planification urbaine (plan d'occupation des sols et d'aménagement)
- La gestion des transports (voies de circulations, signalisation routière)
- La gestion des réseaux (assainissement, AEP, gaz, électricité, téléphone ...)
- La gestion du patrimoine (espaces verts, parcs, jardins ...)
- Les applications topographiques (travaux publics et génie civil)

### **Pour les échelles moyennes et petites**

- Les études d'impact (implantation d'un centre commercial ou d'une école)
- Les études d'ingénierie routière (constructions de routes ou d'autoroutes)
- Les applications liées à la sécurité civile (prévention des risques naturels et technologiques).
- La gestion des ressources naturelles (protection de l'environnement, études géologiques, climatologiques ou hydrographiques).

### 1.9. Mise en place d'un SIG

D'une manière générale, la mise en œuvre d'un SIG peut être faite avec différents logiciels parmi lesquels les: Geoconcept, ArcView, ArcGis et MapInfo...ect . Tous ces logiciels ont une même vocation : apporter des réponses à la problématique spatiale grâce à des analyses cartographiques ou des thématiques. Les fonctionnalités techniques sont très proches les unes des autres. Ces logiciels s'adaptent à des usages dans les divers domaines, mais leur choix devra être éclairé par :

- son cout dépendant évidemment du budget alloué au projet du SIG.
- l'ergonomie de son interface.
- la nécessité de former les chargés d'études pour sa prise en main.
- ses atouts en termes d'apport de solutions d'analyses.
- les possibilités d'échanges de données.

la compatibilité de ses supports de données avec d'autres. (BOUKLI HACENE Chérifa et RABAH FISSA Amina.2011)

### I.10 Conclusion

l'introduction de l'informatique dans le champ de la géographie a profondément renouvelé la dynamique de cette discipline. Ce renouvellement n'est pas dû au seul développement des SIG : les nouveaux moyens de mesure ou d'observation de la Terre y participent aussi largement. La dénomination « SIG » recouvre une grande variété de réalisations logicielles construites suivant des choix techniques différents, aux fonctionnalités et aux performances très diverses.

Le lien entre développement de nouvelles technologies et émergence de nouveaux paradigmes de recherche est indéniable. Et inversement, le questionnement méthodologique se nourrit en permanence de l'application thématique des méthodes et des outils qu'elle conçoit. Toutes ces technologies vont dans le même sens : celui d'une prise en compte toujours plus importante de la localisation dans la gestion ou l'analyse des phénomènes, à des précisions qui permettent de développer de nouveaux objectifs de recherche et d'améliorer considérablement les résultats obtenus dans les études qui en découlent.

## CHAPITRE II: Généralité sur les inondations

### II.1. Introduction

L'eau sous toutes ses formes, joue des rôles multiples dans la vie humaine. Pourtant, elle est également source de graves difficultés en particulier dans les domaines de la santé et de l'environnement. Les évolutions climatiques engendrent parfois des crues ou inondations et orages brutaux qui sont sans doute le risque naturel majeur qui fait le plus de victimes et de dégâts à travers le monde. Dans ce chapitre nous allons aborder ce phénomène en détaillant ces différentes caractéristiques et types. Nous allons voir aussi les causes principales qui le provoquent ainsi que son impact sur l'environnement et la vie humaine.

### II.2. Notion de Géomorphologie fluviale

Dans une vallée fluviale, l'organisation naturelle de l'espace dépend principalement de la variation des apports solides et liquides du bassin versant au cours d'eau. Sur des périodes de temps plus ou moins longues, le cours d'eau va s'adapter à ces variations : style fluvial, largeur, amplitude des méandres, profondeur, pente... des modifications vont également se mettre en place dans la morphologie de profil en travers de la plaine alluviale. Il est ainsi possible de distinguer sur la plupart des cours d'eau plusieurs unités structurales qui vont permettre l'écoulement des flux. (Delorme-Laurent, V., 2007)

On distingue ainsi : le lit mineur, le lit moyen, le lit majeur (dont le lit majeur exceptionnel), et les zones d'inondation potentielle.

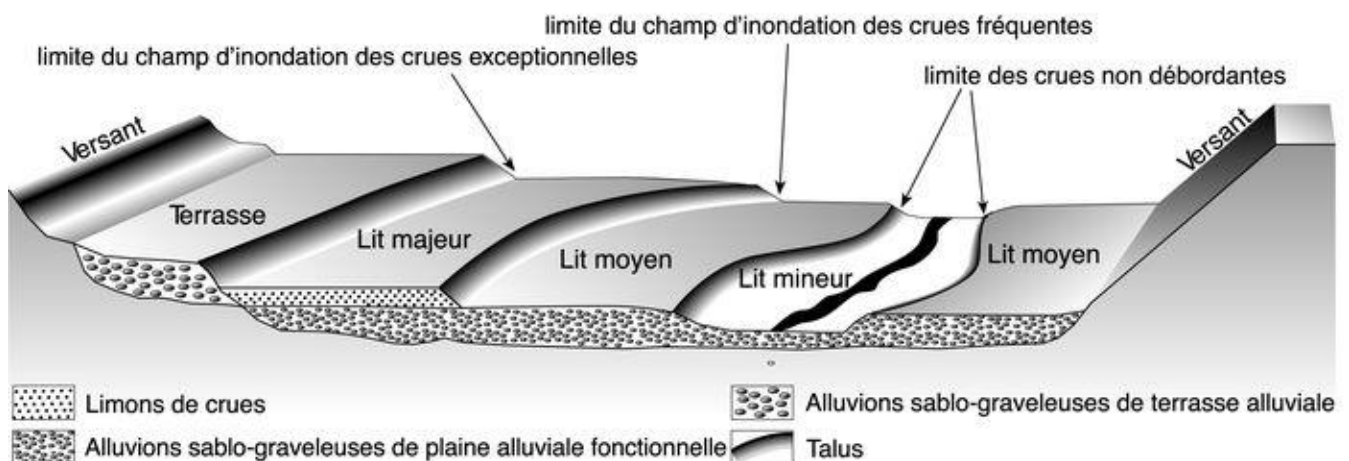


Figure III. 1 Schéma d'organisation de la plaine des cours d'eau (MASSON et al,1996)

- Le **lit mineur** correspond au chenal principal du cours d'eau. Il est généralement emprunté par la crue annuelle, dite crue de plein-bord, n'inondant que les secteurs les plus bas et les plus proches du lit.

- Le **lit moyen**, limité par des talus, correspond au lit occupé par les crues fréquentes à moyennes (périodes de retour comprises entre 2 et 10 ans) qui peuvent avoir une vitesse et une charge solide importantes.

- Le **lit majeur** limité par les terrasses, correspond au lit occupé par les crues rares à exceptionnelles caractérisées par des hauteurs et vitesses d'eau généralement modérées.

- Les **zones d'inondation potentielle par ruissellement ou débordement** : il s'agit de zones situées en dehors de la plaine des cours d'eau mais néanmoins susceptibles d'être inondées par ruissellement pluvial (urbain ou agricole) ou par débordements dus à des obstacles anthropiques ou naturels. La connaissance de ces zones n'est pas exhaustive ; celles qui sont cartographiées le sont à titre indicatif et leurs limites restent approximatives. (Merabet, 2006).

### II. 3 Crue

La crue correspond à l'augmentation de la quantité d'eau qui s'écoule dans la rivière et peut concerner l'ensemble du lit majeur de la rivière. De nombreux géographes et hydrologues ont adopté le critère qu'une rivière est en crue lorsqu'elle déborde des limites de son lit mineur. (Salomon, 1997).

Une crue se caractérise par son hydro gramme graphique qui représente les variations de débit en fonction du temps. Plus précisément, c'est la partie montante de ce hydro gramme qui est appelé « crue », la partie descendante étant « la décrue ». Elle est caractériser par sa magnitude ou l'intensité de la crue , La durée et La fréquence et la période de retour

#### II. 3.1 Les facteurs générateurs des crues

##### 3.1.1 Facteurs directes

- **Précipitations** Elles sont les plus fréquentes dans nos régions. Les crues sont liées à des averses exceptionnelles (Merabet, 2006).

- **Fonte des neiges**

- **Crues d'embâcles** et de **débâcles**

- **Accident** : ex : rupture accidentel de barrage "naturel" ou artificiel. Parfois cet accident est lui-même lié à un autre phénomène exceptionnel (glissement de terrain, volcanisme, séisme...)

##### 3.1.2 Facteurs indirectes (notamment bassins versant soumis à de "fréquentes crues")

- temps de concentration faible;



- imperméabilisation forte (conséquences d'aménagements urbains ou agricoles);
- saturation ou sécheresse (faible perméabilité) du sous-sol
- conjonction des crues de deux affluents .

### II.3.2 Types de crues

En général, on distingue deux types de crues :

- **Crues fluviales**, Elles se caractérisent par des montées relativement lentes des eaux et peuvent être prévues plusieurs heures, voire plusieurs jours à l'avance. En dépit de leur évolution lente, les crues de plaine peuvent être accompagnées localement de phénomènes très dangereux, notamment lors d'une débâcle(Salomon, 1997).

- **crues torrentielles**

Lorsque des précipitations intenses, telles des averses violentes, tombent sur tout un bassin versant, ou sur une portion de bassin versant, les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans le cours d'eau, engendrant des crues torrentielles brutales et violentes libèrent une énergie pouvant aggraver les dégâts. (Salomon, 1997).

### II.3.3 Les différentes crues.

On définit les crues en fonction du risque de survenue de celle-ci sur une période donnée :

- les crues fréquentes, dont la période de retour est comprise entre un et deux ans ;
- les crues moyennes, dont la période de retour est comprise entre dix et vingt ans ;
- les crues exceptionnelles, dont la période de retour est de l'ordre de cent ans. (Salomon, 1997).

## II.4. Inondations

1. **Etymologie** : Le mot inondation vient du latin : « inundatio » qui signifie submersion.

2. **Définition** Prenons deux définitions du terme inondation telles que :

- L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau (PRIM BOUQUET, 2009) .Dans cette première définition, le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement et l'homme qui s'installe dans l'espace alluvial pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités.

- C'est aussi un débordement d'un cours d'eau, le plus souvent en crue, qui submerge les terrains voisins (Emilienne RAPARSON ,2010 ). Après avoir donne ces deux définitions de l'inondation, il est nécessaire de voir ses caractéristiques, ses phénomènes causes et ses effets.

### **II.4.1 Connaissance de l'aléa « INONDATION »**

L'aléa interpelle deux disciplines principales ; l'hydrologie et l'hydraulique fluviale.

Dans le cas des inondations, l'hydrologie est la discipline qui permet d'obtenir les débits et leurs périodes de retour. Tandis que l'hydraulique est la discipline qui permet d'obtenir les niveaux d'eau et accessoirement les vitesses correspondant à ces débits. La combinaison de ces deux disciplines permet donc d'associer des périodes de retour à des niveaux et vitesses d'écoulement en divers points d'un cours d'eau (Ballais, J.L, 2013).

### **II.4.2 Principaux paramètres spécifiant l'aléa « INONDATION »**

Quatre paramètres principaux sont nécessaires pour caractériser l'aléa "inondation":

#### **4.2.1 Période de retour**

La notion de période de retour « T » n'est qu'une autre façon de caractériser la fréquence d'apparition d'un phénomène à un moment donné. Statistiquement, on la définit comme l'inverse de la probabilité d'occurrence de dépassement « p » de ce phénomène ;  $T=1/P$ . plus cette période est grande, plus les débits et l'intensité sont importants. (Merabet, 2006).

#### **4.2.2 Hauteur et la durée de submersion**

Pour l'homme, on considère généralement que des hauteurs d'eau supérieures à 50 cm sont dangereuses. À titre d'exemple, une voiture commence à flotter à partir de 30 cm d'eau.

#### **4.2.3 Vitesse du courant**

La vitesse d'écoulement est conditionnée par la pente du lit et sa rugosité. Elle peut atteindre plusieurs mètres par seconde. La dangerosité de l'écoulement dépend du couple hauteur/vitesse. (Merabet, 2006).

#### **4.2.4 Volume de matière transportée**

Ce volume est communément appelé « transport solide ». Il s'agit de matériaux (argiles, limons, sables, graviers, galets, blocs, etc.) se trouvant dans les cours d'eau, et dont le transport peut s'effectuer soit par suspension dans l'eau, soit par déplacement sur le fond du lit, du fait des forces liées au courant. Le terme de transport solide ne comprend pas le transport des flottants (bois morts...). L'aléa inondation d'une rivière torrentielle sera essentiellement caractérisé par une vitesse du courant élevée et un fort transport solide. (Merabet, 2006).

### **II.4.3 Les différents Types d'inondations**

Il est classique de distinguer au moins six types d'inondation :

#### **4.3.1 Les inondations des plaines**

Les crues de plaine surviennent à la suite d'épisode pluvieux océaniques prolongés mais d'intensités modérée, s'abattant sur des sols où le ruissellement est long à déclencher, le cours d'eau sort de son lit

ordinaire pour occuper son lit majeur et l'inondation est caractérisée par une montée lente des eaux, le débordement du cours d'eau peut parfois être précédé de remontées des nappes phréatiques. La durée de submersion peut atteindre plusieurs jours à quelques semaines. (Merabet, 2006).

### **4.3.2 Les inondations par crues torrentielles**

Les crues torrentielles sont des phénomènes brusques et violents résultant d'épisodes pluvieux intenses et localisés, du type d'orages convectifs. Si la vitesse de montée des eaux est extrêmement rapide, la décrue l'est également. On parle aussi de crues éclairs pour désigner des crues torrentielles survenant de très petits bassins versants et se formant en quelques heures. (Ledoux, 2006).

### **4.3.3 . Les inondations par ruissellement en secteur urbain**

Les inondations par ruissellement recouvrent des phénomènes physiques différents selon les quelles se produisent en milieu rural ou urbain. Mais ces phénomènes se caractérisent par leur soudaineté et leur courte durée, ce qui les rend peu prévisibles et difficilement maîtrisables en période de crise.

Les inondations par ruissellement concernent principalement les milieux urbanisés. Les pluies qui ne peuvent s'infiltrer et s'évacuer par les réseaux artificiels d'écoulement (Réseau d'assainissement superficiels et/ou souterrains) s'accumulent dans les points bas. (Ledoux, 2006).

### **4.3.4. Inondation par remontées de nappe**

Lors des inondations survenues dans la vallée de la somme et des affluents. De vastes zones du plateau ont été soumises à des phénomènes de remontées de la nappe phréatique , ce type d'inondations sont très lentes qui se développent sur plus de deux mois.(Boubchir 2007)

### **4.3.5 Les coulées de boue**

Le terme de coulée de boue pose un problème délicat de définition car il est utilisé avec des acceptations très diverses. L'expression "inondation et coulées de boue" désignant dans la grande majorité des cas une eau chargée en particules fines, par opposition à une eau "claire". Or, l'eau de la plupart des inondations, même celle des plaines, est toujours chargée en terre, en plus ou moins grandes quantités en fonction des sols du bassin versant et de lit majeur submergé. (Merabet, 2006)

### **4.3.6 Inondation par rupture d'une protection**

L'inondation consécutive à une rupture de digue est un phénomène très brutal et d'autant plus dommageable que le site étudié est proche de la digue. Une rupture peut provoquer l'entrée d'un mur d'eau de plusieurs mètres de haut. Il est très difficile de prévoir la rupture d'un ouvrage de protection, ce qui rend la prévention de ce type d'accident particulièrement incertaine. (Boubchir 2007 ; SPPPI 2004)

### **II.5.Evaluation du risque inondation**

Puisque le risque inondation est caractérisé par deux composantes l'aléa inondation et la vulnérabilité des enjeux exposés, alors l'évaluation de celui -là se base à la fois sur l'évaluation de ces deux derniers. Ainsi ,évaluer le risque inondation veut dire apprécier, estimer, quantifier, calculer et mesurer la valeur de l'aléa, délimiter, localiser, identifier, peser, chiffrer et analyser l'importance de la vulnérabilité.

L'évaluation de la première composante l'aléa inondation bénéficie aujourd'hui de méthode bien rôdées qui permettent de découper un territoire inondable en zones d'aléa d'intensité plus ou moins forte, en fonction de paramètres hydrauliques (hauteur d'eau, durée de submersion, vitesse d'écoulement) et pour différentes crues (Desbos, E, 1995)

Aussi l'étude des enjeux, leur recensement précis et fiable, leur cartographie et leur hiérarchisation en fonction de leur plus ou moins grande vulnérabilité, ont bénéficié au cours des dernières années d'avancées méthodologiques certains, grâce notamment aux systèmes d'information géographique et à l'automatisation du traitement des photographies aériennes.

### **II.6 Hydrologie pour estimer l'aléa d'inondation**

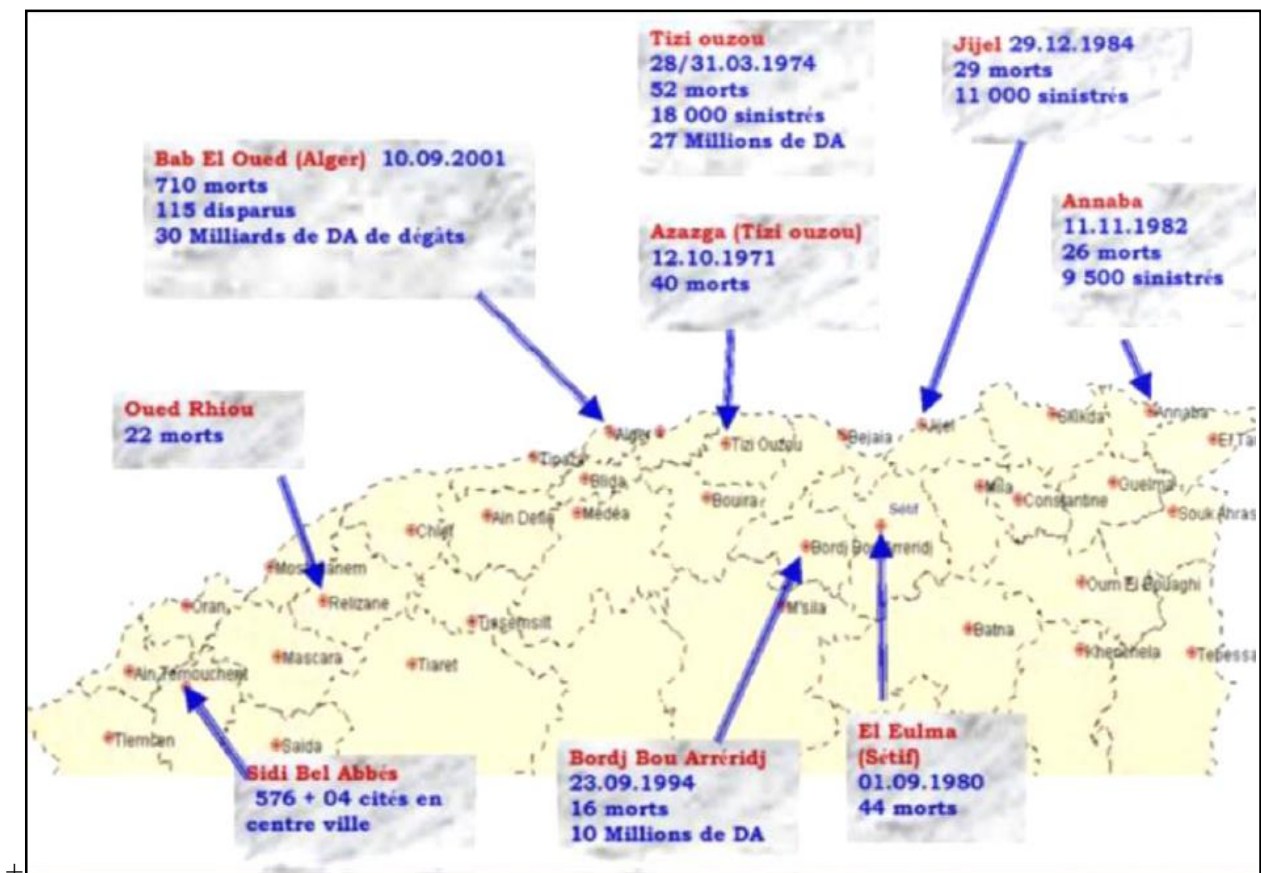
Lorsqu'on fait appelle à la science de l'hydrologie, fixe la cible sur la détermination du débit de la crue, de sa période de retours et de sa durée de submersion. En hydrologie, il y a deux approches : - l'approche déterministe et statistique. L'approche déterministe considère tous les apports et facteurs pouvant influencer le débit (pluie, neige, eau dans le sol, etc.) et les introduit dans un modèle qui estime le débit. Cette méthode n'est pas conçue pour donner une période de retour correspondante au débit trouvé. Ce qui empêche son utilisation dans l'estimation de l'aléa inondation puisque la probabilité des crues est un élément essentiel du calcul du risque. Par contre, elle peut servir à la prévision des crues et conséquemment à la gestion opérationnelle du risque. Tandis que l'approche statistique permet d'estimer des débits, d'une probabilité donnée, à partir de lois statistiques (Blin, 2001).

Alors, le débit, l'élément primordial pour l'estimation de la crue ; peut-être quantifié qu'après avoir une analyse fréquentielle des pluies ; cette analyse peut être réalisée, pour une station pluviométrique donnée, sur les intensités moyennes maximales correspondant à différentes durées de pluies. Ceci conduit à l'élaboration des courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF)

### **II.7 Les inondations en Algérie.**

L'Algérie est confrontée aux phénomènes de crues et inondations, qui se manifestent de façon catastrophique constituant ainsi une contrainte majeure pour le développement économique et sociale

(Lahlah, 2001). Plusieurs régions, de part leur topographie sont menacées par ces catastrophes hydrologiques aussi bien au Nord qu’au Sud (Touaïbia, 2000).



**Figure III. 2 Les inondations en Algérie. ( MEHDI, 2016)**

### III.7.1. Causes et types des crues catastrophiques en Algérie

D’une manière générale, les causes des inondations en Algérie peuvent être classées en trois types :

- a) Inondations liées à des situations météorologiques remarquables se traduisant par une forte pluviosité (pluie importantes, orages violents), tels que les inondations de décembre 1957 des bassins de Mazafran et de la Sebaou, les inondations de l’automne 1969 en Algérie et en Tunisie, les inondations catastrophiques de mars 1973 sur l’Est algérien, les inondations de décembre 1984 sur tout l’Est algérien
- b) Inondations provoquées par des facteurs liés à l’effet de l’homme : la défaillance des réseaux d’assainissement et de collecte des eaux pluviales, l’exhaussement des lits des cours d’eau par les décombres et les débris et d’autres agissements humains qui favorisent des dégâts lors des averses saisonnières : les cas de la ville de Tiaret inondée presque chaque hiver, et la plaine de M’Zab où des inondations se produisent tous les 2 à 3 ans illustrant parfaitement l’influence de ces facteurs.

c) Inondations produites dans des régions présentant un environnement topographique défavorable comme le cas des villes traversées par des cours d'eau (Bordj Bou Arreridj, Oued R'Hiou, Sidi Bel Abbès) ou situées au pied d'une montagne (Ain Defla, Batna, Médéa). Ces agglomérations à forte concentration des populations et sous l'effet d'une urbanisation anarchique et non réglementée présentent des grands risques, des pertes humaines et des destructions de constructions sont enregistrées à chaque inondation aussi légère qu'elle soit.

Ces inondations selon les caractéristiques des crues, leurs durées et leurs étendues sont de deux types

a) Inondations engendrées par des crues torrentielles ou crues éclair, et affectent les petits bassins versants de quelques dizaines de km<sup>2</sup> et sont le plus souvent liées à des chutes de pluies isolées et localement intenses issues de phénomènes de convection sous forme de tempêtes orageuses se produisant généralement en automne, et en été. Les crues de ce type sont particulièrement dangereuses en raison de la soudaineté et de la rapidité avec lesquelles elles se produisent. Les ruissellements extrêmement rapides et violents peuvent intervenir moins d'une heure après la pluie et les débits des cours d'eau passent de quelques m<sup>3</sup>/s à plusieurs milliers de m<sup>3</sup>/s en 2 ou 3 heures seulement.

b) Inondations des grands bassins versants résultent le plus souvent des précipitations importantes généralisées sur des grandes étendues et caractérisées par leur quantité et leur durée (10 à 15 jours). Ces crues sont massives, lentes et à évolution facilement prévisible sauf lorsqu'elles sont brutalement aggravées par des affluents avals plus courts et plus rapides.

### III.7.2.1. Aperçu historique des inondations de l'oued Sébaou.

Le bassin versant de sébaou a connue plusieurs situations météorologiques remarquables qui a causé une forte pluviosité (pluie importantes, orages violents) causant des inondations les plus robustes .

Selon l'ANRH d'Alger, les deux station de Belloua et Baghlia ont enregistré Des chutes de pluie exceptionnelles 688 mm d'eau le **Le 28 mars 1974** pendant 4 jours dans les wilayas d'Alger et de Tizi Les dégâts à Tizi-Ouzou sont : 52 morts et 4570 maisons détruites, 130 villages isolés, et plus de 18 000 sinistrés, 13 ponts détruits et des dizaines de kilomètres de routes emportées.

**Le Tableau III.1** suivant résume les caractéristiques des crues observées lors de cet événement dans les bassins des côtes de l'Algérois, de la Sebaou, de l'Isser et de la Soummam.

## CHAPITRE II :Généralité sur les inondations

**Tableau III.1** : Caractéristiques des crues observées du 28 au 31 mars 1974.

Station	Oued	Débit maximal (m <sup>3</sup> /s)	Volume ruisselé (hm <sup>3</sup> )
Belloua	Sebaou	294	311
Baghlia	Sebaou	342	476
Route Nationale 25	Bougdoura	580	49
Lakhdaria	Isser	252	259
Sidi Aïch	Soummam	820	281
R des piégeons	El – Harrach	319	97
Baraki	El – Harrach	620	175
Kederra	Boudouaou	267	21
Fer à Cheval	Mazafran	354	196
Hattatba	Mazafran	450	97

(Source : ANRH Alger)

### II.8 Conclusion

Une crue est un niveau inhabituel observé dans un cours d'eau, qui peut causer des dommages importants dans les régions avoisinantes. Les crues varient spatialement et temporairement dans leur intensité et sont souvent caractérisées par leur débit de pointe et leur hydro gramme. Ces derniers sont dus à plusieurs facteurs. En premier lieu, la quantité, l'intensité et l'extension spatiale de l'averse génératrice.

### CHAPITRE III

#### Présentation de la zone d'étude

##### III. 1. Introduction

Préalable et indispensable à toute étude efficace, la connaissance du milieu naturel du bassin doit s'acquérir dans de multiples domaines (topographie, géologie, climatologie, hydrologie et la etc....)

L'étude de cette partie comportera la description synthétique de tous ces domaines précités.

- La connaissance du relief et des grands ensembles géologiques va nous permettre de faire ressortir les différents ensembles lithologiques, de les classer pour mieux comprendre comment ils conditionnent les modalités d'infiltration.
- La connaissance des données climatiques, où nous nous intéresserons préférentiellement à l'étude des précipitations et des températures, car elles interviennent directement dans le régime et le cycle de l'eau dans le bassin.
- La connaissance du régime hydrologique, où nous aborderons les débits et leurs variabilités spatiale et temporelle à travers une série de données.

##### III .2. Situation géographique

Le bassin versant du Sébaou d'une superficie de 2500 km<sup>2</sup>, fait partie des Monts du Djurdjura, il est situé au Nord de l'Algérie dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Le bassin versant du Sébaou, en l'occurrence la plaine alluviale qui s'y rattache se situe à une centaine de kilomètres d'Alger selon la direction Est- Sud-Est. Elle occupe le synclinal miocène de Tizi-Ouzou limité au sud par la chaîne du Djurdjura, à l'Est par les massifs d'Akfadou et Beni Ghobri, au Nord par la chaîne côtière, à l'Ouest par les reliefs du bassin versant du moyen Sébaou. (Wikipedia)

La zone d'étude constitue la partie amont de l'oued longeant le bassin versant de la vallée du Sébaou limitée par les latitudes et les longitudes suivantes :

Latitudes : 36°27' et 36° 54' 46" Nord ; Longitudes : 3° 51' 25" et 4°53' East.

##### III.3. Paramètres physiques et morphologique

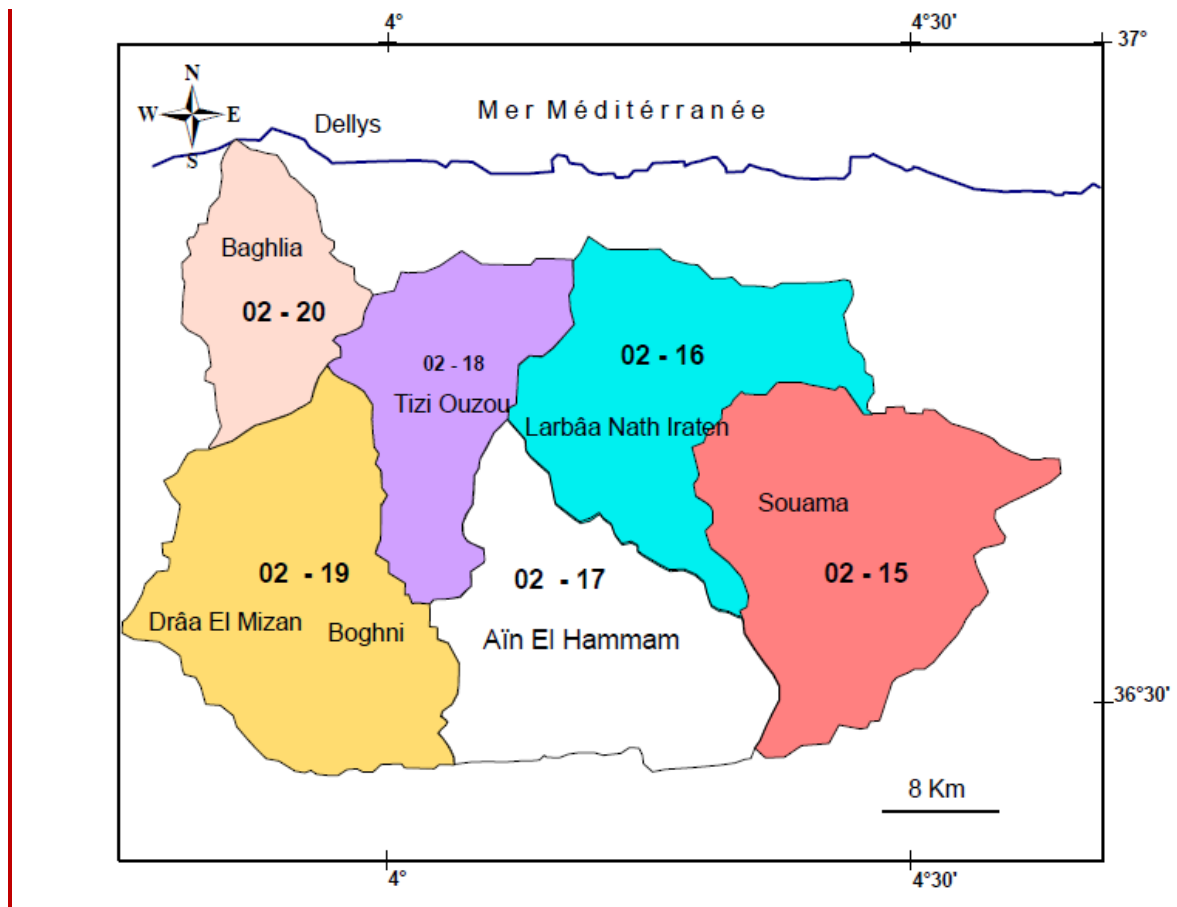
Le bassin versant de la vallée du Sébaou fait partie des bassins côtiers Algérois codé 02 dans les répertoires de L' ANRH. Il couvre une superficie de 2500Km<sup>2</sup> et se subdivise en six sous bassins figure 6 dont les caractéristiques sont mentionnées dans le tableau 1 qui suit :



## CHAPITRE III : Présentation de la zone d'étude

**Tableau .III.01:** paramètres morphologiques des sous bassin versant du Sébaou

	Sous Bassin	Code de ANRH	Périmètre (Km)	Superficie (Km <sup>2</sup> )
Haut Sébaou	Acif n'Boubhir	02-15	102,4	533
	L'oued Rebta	02-16	112	433
	L'oued Aïssi	02-17	98,6	465
Moyen Sébaou	L'oued Sebt	02-18	82	306
	L'oued Boughdoura	02-19	94,2	535
Bas Sébaou	L'oued Sébaou Maritime	02-20	62,6	229



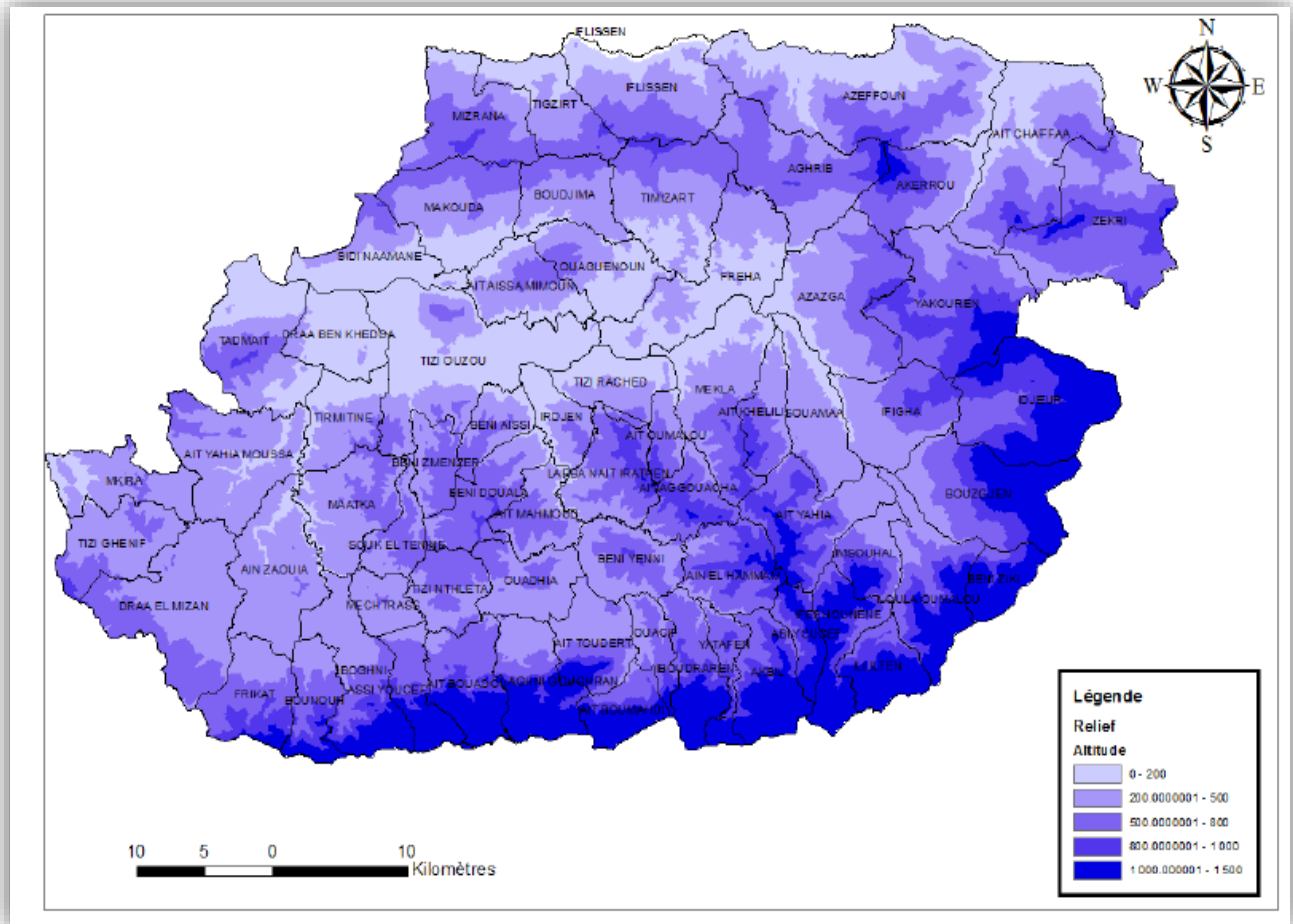
**Figure 1 :** sous bassins versants de la vallée du Sébaou

### III. 4 Le relief :

De forme allongée avec un indice de compacité de Gravelius  $K_g = 1,4$ . La vallée du Sébaou se distingue par un relief accidenté à 90% de sa superficie globale et est caractérisée par de fortes pentes et des altitudes moyennes entre 180 et 1400 m avec un point culminant à 1425 m dans les montagnes de Djurdjura.

## CHAPITRE III : Présentation de la zone d'étude

L'incidence du relief sur les caractéristiques hydrologiques est considérable. La durée d'imprégnation du sol par les eaux et les possibilités d'infiltration étant d'autant moins élevée que la pente est plus forte. En outre la plus part des facteurs météorologiques sont liés à l'altitude tels les précipitations qui varient en fonction de l'altitude.



**Figure.2 :** Carte des reliefs et altitudes du bassin versant de la vallée du Sébaou

### III.5. La pente :

L'étude des pentes est très importante pour la détermination de l'aptitude des terrains au ruissellement et à l'infiltration. Ce facteur est présent dans la majorité des méthodes de cartographie. La pente du secteur d'étude présente une diminution importante lorsqu'on se déplace du Sud vers le Nord. Ceci favorise le ruissellement et par conséquent a une influence directe sur la couverture pédologique par l'effet de l'érosion. Elle conditionne l'action du lessivage par les eaux de surface de tout ce qu'elles peuvent charrier lorsqu'elles s'écoulent.

**Tableau.III.2 :** Répartition des pentes dans la vallée du Sébaou

Ensembles physiques	Pente (en %)	Pourcentage par rapport à la superficie totale de la Wilaya
Plaines	0 à 3	6,24
Bas piémonts	3 à 12,5	10,50
Hauts piémonts	12,5 à 25	31,42
Très hautes montagnes	25	51,84
Total		100

Source :(LOUDA .2016 )

➤ Donc Les différents paramètres morphologiques du bassin versant du Sébaou sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau III-3 :** Les paramètres morphologiques du bassin versant du Sébaou

Paramètres morphologiques	Valeurs
Surface	2500 km <sup>2</sup>
Périmètre	240km
Longueur	93Km
Largeur	27Km
Altitude maximale	2305m
Altitude moyenne	504m
Altitude de fréquence <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	510m
Altitude la plus fréquente	300m
Indice de compacité de Gravelius	1,40
Indice de pente globale (Ig)	1,15 %

Source ANRH de Tizi-Ouzou

### **III. 6. Etude géomorphologique :**

La géomorphologie a pour objet l'étude des caractères et des modifications de la surface de la terre. Elle apporte un concours considérable aux études hydrologiques et hydrogéologiques.

Le bassin versant du Sébaou d'une altitude moyenne égale à 497m, présente une grande diversité de paysages liée à l'enchevêtrement des facteurs lithologiques, morpho-structuraux et bioclimatique.

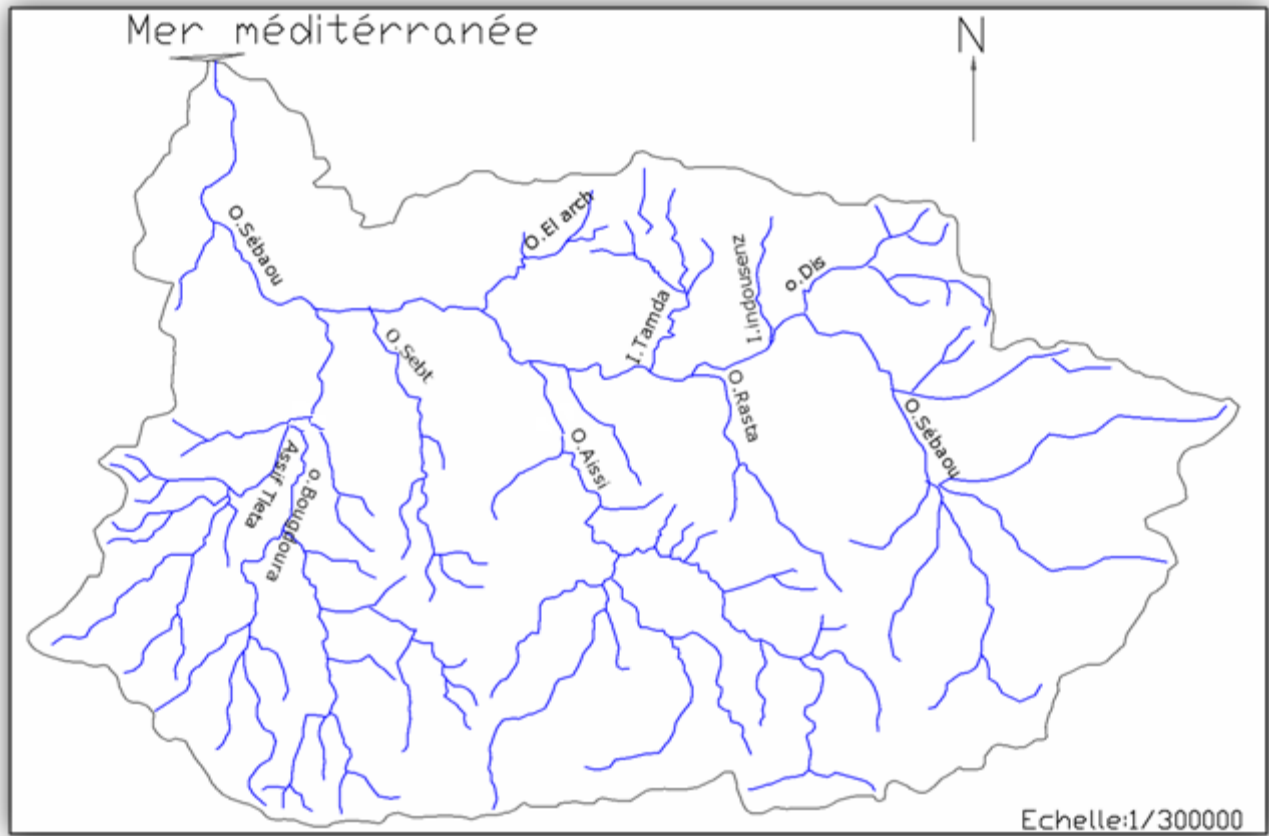
### III. 6.1 Les unités morpho structurales

- La première unité est la chaîne du Djurdjura qui culmine à lala Khadija à 2308m et Ras Timedouine à 2305 m .la chaîne du Djurdjura se présente sous forme d'un arc étroit et peu étendu et qui s'achève par un élément isolé, le massif de chellata.
- La seconde unité est le scole Kabyle qui domine le bassin de Tizi Ouzou au nord et assure la transition avec la chaîne du Djurdjura au sud.
- la chaîne littorale d'altitude 600m à l'Ouest et 1278m à l'Est forme la limite septentrionale du bassin versant.
- Le synclinale marneux du Miocène (post-nappes) de Tizi Ouzou, se circonscrit entre la chaîne littorale au Nord et le scole Kabyle au Sud.
- L'oued Sébaou traverse tous les ensembles morpho structuraux de la région dont il est l'élément unités

### III. 7. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique du bassin du Sébaou est très dense, le drainage s'effectue par une multitude d'oueds répartis en trois axes d'écoulements principaux :

- Les oueds de rive droite proviennent de la chaîne littorale, l'oued Dis avec le plus fort débit, prend sa source du djbel Tamgout et débouche dans l'oued Sébaou juste après son premier coude majeur à la hauteur de Fréha.
- Les oueds de rive gauche prennent naissance dans le scole Kabyle ;
- L'oued Sébaou est le principal oued de la région, traverse toute la plaine alluviale, et d'une centaine de kilomètre environ



**Figure 3 :** Carte du Réseau hydrographique du bassin du Sébaou (Source : ANRH)

### III. 8 . Géologie du bassin versant

Le bassin versant du Sébaou a été étudié par plusieurs auteurs afin d'établir une description géologique détaillée de la région, ainsi que des tracés de cartes et de coupes géologiques représentant toutes les formations qui affleurent à la surface du sol et identifiant tous les horizons aquifères. (6)

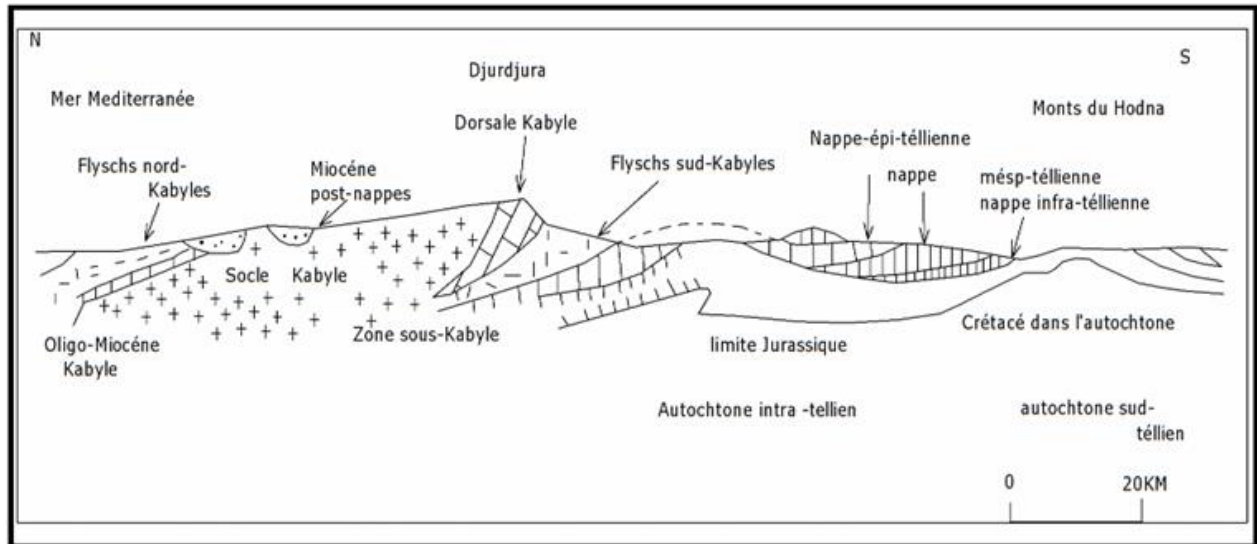
#### III. 8.1. Cadre géologique régional

Le bassin de Sébaou est un bassin miocène occupant la grande zone synclinale qui s'étend principalement d'Azzazga à Dellys et fait partie de la chaîne des Maghrébines .

Selon la structure, on distingue trois ensembles géologiques représentés par :

- Les zones internes ou " Domaine kabyle" : Le socle cristallophyllien kabyle fortement métamorphisé d'âge Précambrien, sa couverture sédimentaire paléozoïque peu ou pas métamorphisée. Le socle kabyle essentiellement carbonaté et intensément écaillé sous la poussée et par fois le chevauchement du cristallophyllien plus interne.
- La zone des flysch : C'est un ensemble de nappes à matériel détritique daté du jurassique moyen à l'éocène. Tectoniquement il se situe entre les zones internes et les zones externes

- Les zones externes ou "Telliennes" : Ce domaine forme une large bande entre les zones internes et l'avant pays pré-atlasique, On y observe le para-autochtone (massif à schistosité) avec des séries Paléozoïques et Mésozoïques. Cet ensemble est en général écaillé et épi métamorphique du Crétacé.



**Figure 4 :** carte des grandes unités structurales sur le méridien de la Kabylie (D'après M. Durand Delga, 1969)

### III. 9.les paramètres climatiques

#### III. 9.1.Variation des précipitations

##### a) variation annuelle

les données pluviométriques enregistrées au niveau des stations Azazga, Larbaa Nath Irathen, Aghribs, Beni Yenni et Freha, Tigzirt N Boubhir montre que les variations interannuelles des précipitations durant la période s'étalant depuis 1980 à 2010 sont assez concordantes.

**Tableau-III- 4 :** précipitations moyennes annuelles 1980-2010

Année	Baghlia Code : 02-20-02	Freha Code : 02-16-03	Tigzirt Noubhir Code : 02-15-01
<b>1968</b>	937.7	1086	1000
<b>1969</b>	953.4	1204.8	1059.7
<b>1970</b>	784.4	974.1	710.9
<b>1971</b>	1359.6	1000	1386.8
<b>1972</b>	1180	1275	1048.3
<b>1973</b>	1200.4	1463.4	1099.5
<b>1974</b>	657.1	843.5	615.4
<b>1975</b>	1065.5	1364.6	1013.2

## CHAPITRE III : Présentation de la zone d'étude

**Tableau-III- 4 : précipitations moyennes annuelles 1980-2010**

Année	Baghlia Code : 02-20-02	Freha Code : 02-16-03	Tigzirtb Nboubhir Code : 02-15-01
<b>1976</b>	692.2	903	721.4
<b>1977</b>	684.4	847.7	747.6
<b>1978</b>	626	825	749.3
<b>1979</b>	839.2	856.5	803.3
<b>1980</b>	763.5	1077.2	930.7
<b>1981</b>	597.2	849.1	946.3
<b>1982</b>	688.9	863.4	1042.9
<b>1983</b>	550.3	881.8	909.3
<b>1984</b>	799.1	1153	1155.8
<b>1985</b>	751.1	894.7	897.8
<b>1986</b>	769.1	988.2	1208.6
<b>1987</b>	606.3	725	786.1
<b>1988</b>	658.6	641.6	927.2
<b>1989</b>	523.6	607.9	500
<b>1990</b>	725.1	845	913.2
<b>1991</b>	766.1	821.4	908.5
<b>1992</b>	679.6	786.8	925.1
<b>1993</b>	516.6	667.7	785.3
<b>1994</b>	733.7	899.9	1135.2
<b>1995</b>	767.1	1100.9	1133.7
<b>1996</b>	499.6	664.1	707.7
<b>1997</b>	1031.2	1190	1237.2
<b>1998</b>	737.7	770	775.1
<b>1999</b>	568.6	604.9	520
<b>2000</b>	620.7	785	808.9
<b>2001</b>	446.9	522.7	632.1
<b>2002</b>	1108.4	1255	1349.9
<b>2003</b>	846.1	905	1000
<b>2004</b>	713.6	880	1150
<b>2005</b>	792.1	814.6	1040.8
<b>2006</b>	882.7	700	1125.5
<b>2007</b>	870.9	994	1240
<b>2008</b>	933.2	1166.9	1196.7
<b>2009</b>	804.4	957.1	1050
<b>2010</b>	930.7	1110	950
<b>2011</b>	1045.4	1015	1200
<b>2012</b>	/	950	1000

source : ANRH

## CHAPITRE III : Présentation de la zone d'étude

### b) variation mensuelle

Les hauteurs moyennes des précipitations mensuelles enregistrées au niveau du bassin versant du Sébaou durant la période (1980-2010), pour les stations d'observation de LARBAA N'ATH-IRATHEN, AZAZGA ECOLE, BENI YENNI, AGHRIBS (Adrar), FREHA, TIGZIRT N BOUBHIR sont insérées dans le tableau 04. Nous constatons d'après les résultats des six stations que les précipitations sont réparties sur deux saisons :

- Une saison pluvieuse humide s'étalant du mois d'octobre à avril avec un maximum enregistré au mois de décembre.
- Une saison sèche s'étalant du mois de mai au mois de septembre

**Tableau III-05** : Précipitation moyennes mensuelles des stations pluviométriques 1980-2010

Station	sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avri	mai	juin	Juil	Aout	Total
LARBAA N'ATH-IRATHEN	38,9	67,7	125,1	149,9	139,1	74,9	73,7	104,4	80,1	6,8	5,3	7,4	873,4
BENI YENNI	41,9	72,7	99,5	136,8	127,1	78,3	71,2	94,5	66,9	11,5	4,8	9,9	815,1
FREHA	24,4	64,5	120,6	162,1	121	70,5	72	87	41,5	4,7	1,3	2,8	772,4
AZAZGA ECOLE	43,69	79,02	118,92	179,95	143,48	107,03	98,35	97,94	61,64	10,98	3,32	6,44	941,01
AGHRIBS (Adrar)	3,95	94,01	142,22	183,90	165,49	126,21	106,25	118,34	65,61	8,17	3,36	9,45	1026,95
TIGZIRT N BOUBHIR	45,62	77,07	106,98	150,53	130,97	112,41	110,15	101,27	61,38	14,31	4,28	9,75	924,71
TOTAL	246,36	523,60	1489,31	1086,67	945,94	648,95	607,05	717,65	462,42	70,06	27,96	60,94	6201,07

source : ANRH

### III. 9.2. Température

Les températures conditionnent le déficit d'écoulement ainsi que son estimation et jouent un rôle dans le processus de condensation et d'évaporation de l'eau. C'est pourquoi ses études s'avèrent nécessaire dans l'établissement du bilan hydrologique et la détermination du caractère climatique d'une région.

**Tableau-III- 06:** Températures moyennes mensuelles de la station d'AZAZGA (1968-2005)

Moi	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Année
Ten (C°)	24,23	19	12,27	10,15	10,05	10,23	12,21	13,9	17,32	22,46	25,11	25,2	16,84

source : ONM



### III. 9.3 .L'humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est le rapport, exprimé en %, de la tension de vapeur d'eau à la tension de vapeur d'eau saturante, c'est un élément atmosphérique très important puisqu'il donne le taux de condensation de l'atmosphère. Les seuls enregistrements disponibles pour ce paramètre sont ceux effectués à la station de Tizi-Ouzou qui est tout près de notre zone d'étude pour une période de six ans (1989-2005) et dont les valeurs sont consignées dans le tableau ci-après :

**Tableau-III- 10:** Moyenne mensuelle de l'humidité (1989-2005).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Humidité(%)	58	71	76	78	74	76	71	70	60	58	51	50

source : ONM

### III. 10- Le couvert végétal

Le couvert végétal joue un rôle extrêmement important par son action atténuante des crues et des averses particulières, en réduisant et en freinant le ruissellement superficiel.

La végétation de la région d'étude est de type méditerranéen, caractérisée dans son ensemble par trois étages bioclimatiques bien distincts :

Les **cultures** : elles sont concentrées dans les plains et représentées par l'arboriculture et les superbes champs des cultures maraîchères

Les **maquis** : caractérisant en particulier les zones intermédiaires, constitués essentiellement de très denses champs d'oliviers et de petites parcelles de figuiers .

Les **forêts** : occupant les zones montagneuses et représentées généralement par le chêne vert, le chêne liège et le pin .

Malgré sa diversification, le couvert végétal de notre région d'étude demeure très dégradé et n'occupe que 19% (soit 55.025 ha) de la surface totale. Cette dégradation due indubitablement à l'activité humaine (défrichements, coupes, incendies...) expose la région à une forte érosion et une déperdition accélérée des sols fertiles surtout en haute montagne.

### III.11 Conclusion

Dans cette partie, nous avons défini les données nécessaires concernant notre région d'étude du point de vue climatique, géologie, topographie, hydrogéologie, ainsi que la situation hydraulique afin de pouvoir entamer l'objective de notre travail .

### CHAPITRE IV : Cartographie des zones inondables

#### PARTIE 1 : Analyse des données pluviométrique et hydrologiques

##### IV.1 Introduction

L'objectif de cette partie est de faire une analyse sur une longue série de débits et de précipitations maximales journalières enregistrées au niveau de la station Baghlia. Cette analyse permettra d'estimer le temps de retour d'une valeur soit de débit ou de précipitation.

##### IV . 2. Analyse des données pluviométriqueet hydrologiques du bassin oued Sébaou

###### IV.2.1 Analyse des données pluviométriques

###### IV.2.1.1. Précipitations annuels

pour l'étude de les précipitations annuels au niveau de bassin versant de Sébaou on a choisi d'exploiter les données de trios stations pluviométriques déférentes .

Avant de commencer les analyses, nous allons donner les caractéristiques des stations utilisées dans cette étude, qui sont résumées dans les tableaux si dessous

**Tableau IV.1** : les stations utilisé pour le calcul

Station pluviométrique	Code	X	Y	Z	Période	N d'années	Moyenne (mm)
<b>Freha</b> Code : 02-16-03	21603	641.9	383.5	140	1968-2012	42	265
<b>Baghlia</b> Code : 02-20-02	22002	603.65	390	30	1968-2011	43	771
<b>TigzirtbNboubhir</b> Code : 02-15-01	21501	650.9	372.1	220	1968-2012	44	956

L'analyse fréquentielle d'une série pluviométrique permet d'estimer le temps de retour d'une valeur particulière. Cette prédiction repose sur la définition et la mise en œuvre d'un modèle fréquentiel qui est une équation décrivant (modélisant) le comportement statistique d'un processus. Ces modèles décrivent la probabilité d'apparition d'un événement de valeur donnée. C'est du choix

## CHAPITRE IV :Cartographie des zones inondables

du modèle fréquentiel (et plus particulièrement de son type) quedépendra la validité des résultats de l'analyse fréquentielle.

Afin de garantir la qualité des données, nous devons suivre les étapes suivantes :

-Comblent les lacunes des séries observées si elles existent.

-Déteeter et corriger les valeurs douteuses.

-Vérifier l'homogénéité et l'indépendance des données. Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon et le test de Wald-Walfowitz Pour vérifier l'indépendance des séries situées au dessus .

Les caractéristiques de chaque station sont résumés dans le tableau ci-dessous .

**TableauIV-2 :Caractéristiques dessériespluviométrique Annuels**

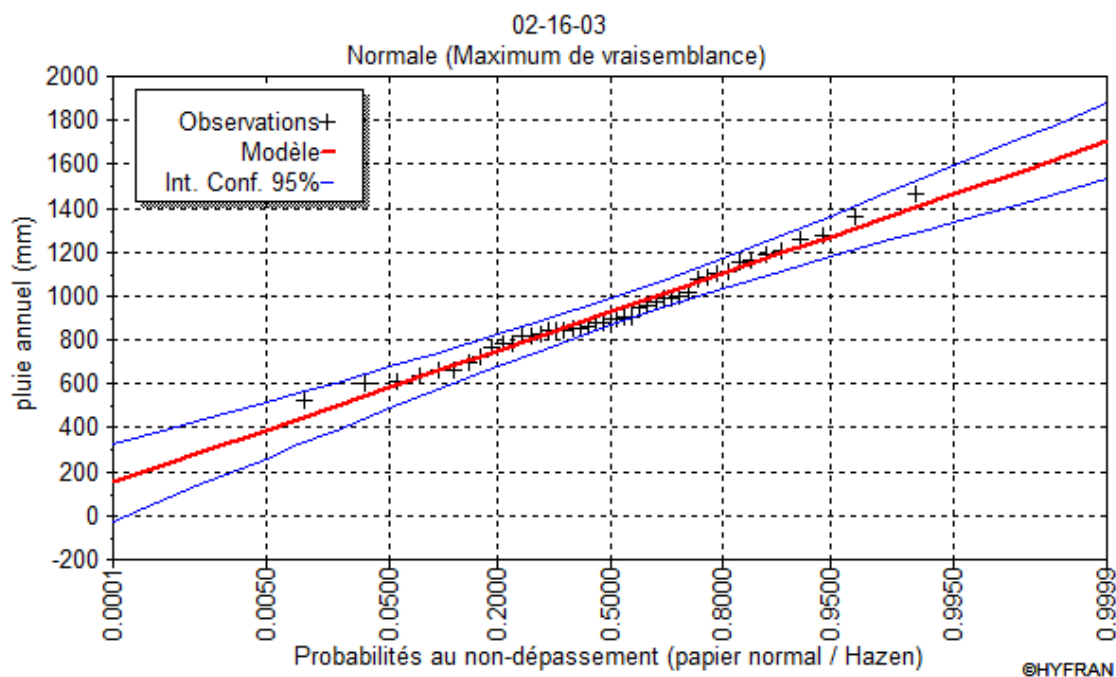
<b>Statistiques de base</b>	<b>Freha</b> Code : 02-16-03	<b>Baghlia</b> Code : 02-20-02	<b>TigzirtbNboubhir</b> Code : 02-15-01
<b>Nombre d'observations</b>	44	43	44
<b>Minimum (mm)</b>	522	446	500
<b>Maximum (mm)</b>	1460	1360	1390
<b>Moyenne (mm)</b>	927	781	956
<b>Ecart-type</b>	209	203	211
<b>Médiane</b>	894	757	950
<b>Coefficient de variation (Cv)</b>	0.225	0.259	0.222
<b>Coefficient d'asymétrie (Cs)</b>	0.447	0.881	0.175
<b>Coefficient d'aplatissement (Ck)</b>	2.72	3.29	2.37

### **a. Ajustement des pluies annuelles au loi normal**

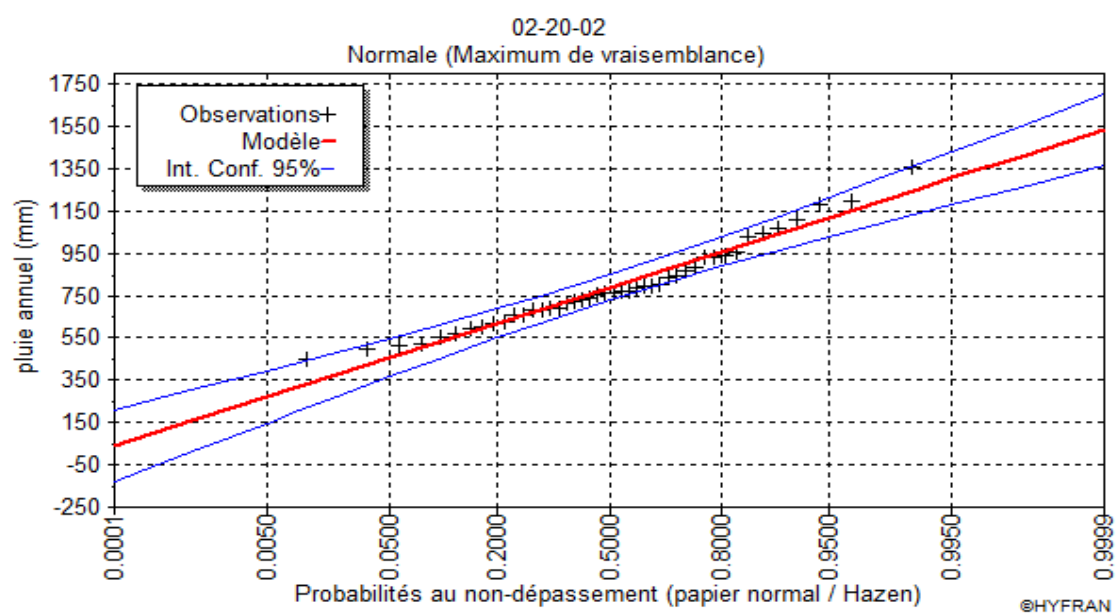
Comme il existe plusieurs méthodes d'ajustement des séries pluviométrique, l'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de la loi de probabilité , de la taille de l'échantillon et de certaines caractéristique de l'échantillon. Toutefois, de nombreuses études comparatives autant empiriques que théoriques ont été menées afin de déterminer dans quelles circonstances une méthode d'estimation est la plus efficace pour une loi donnée ( Bourier , 1997 )

### ➤ Présentation des résultats

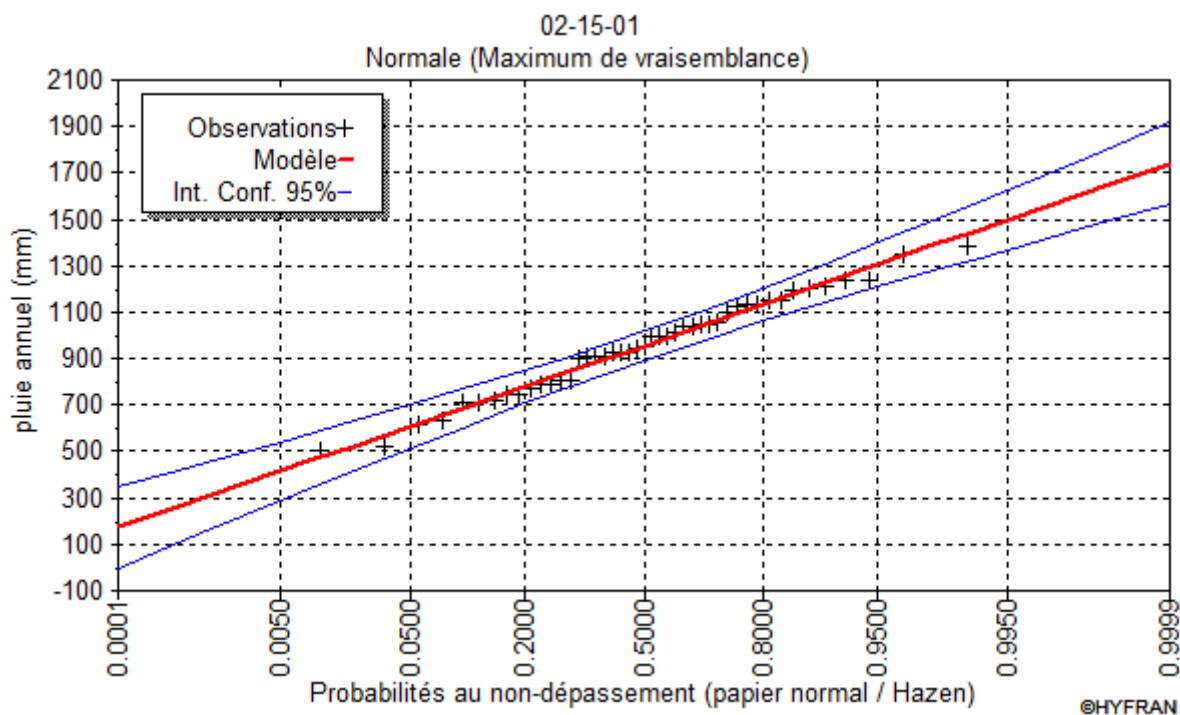
Pour l'analyser les données pluviométrique annuels présentées dans les ANNEXES , on a effectuer un ajustement par la loi normale d'où les tracés des droites pour chaque station sont représentés dans les figures suivants :



**Figure IV.1:** Ajustement des pluies annuels par la loi normale de la station Freha (code 02-16-03)



**Figure IV.2** Ajustement des pluies annuels par la loi normale de la station de Baghlia (02-20-02)



**Figure IV.3** Ajustement des pluies annuelles par la loi normale de la station Tigzirt Nboubhir (02-15-01)

- D'après le graphique ci-dessus on remarque que toutes les observations analysées sont positives et ne dépassent pas l'intervalle de confiance.

### IV.2.2 Précipitations maximales journalières

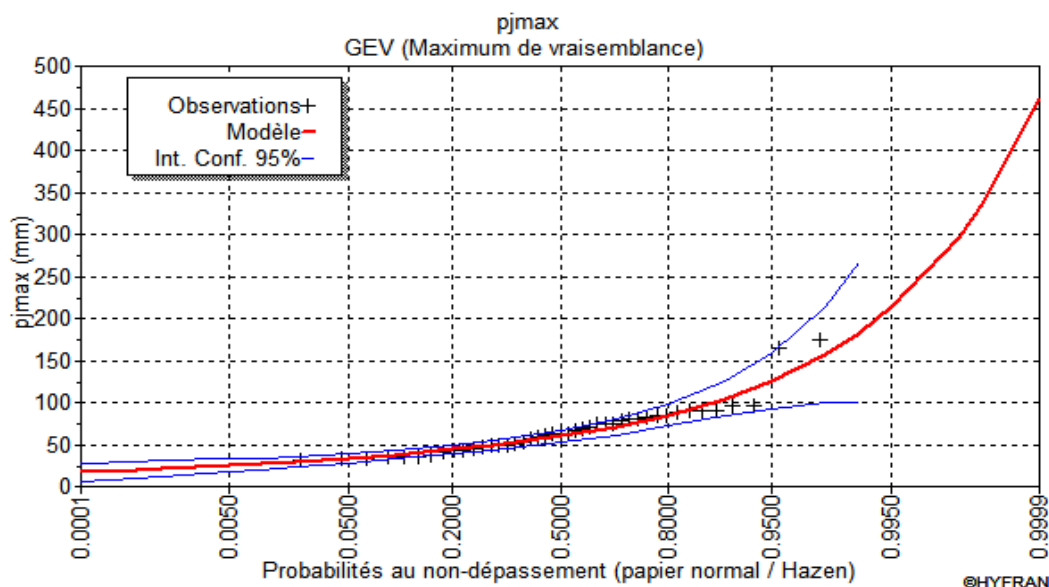
On a choisi les observations de la station de Baghlija (code : 2-20-02) pour analyser les pluies maximales journalières. Dans l'étude liée à la régionalisation des précipitations maximales journalières du Nord d'Algérie pour l'estimation des quantiles, le Professeur Mohamed MEDDI et le Dr Samir TOUMI estiment que la distribution la plus appropriée pour l'ajustement des précipitations maximales journalières de la région d'étude (le bas de Sebaou) est la loi d'extrémum généralisée (GEV).

- Les caractéristiques de la série sont présentées dans le tableau suivant

**Tableau IV-5** : Caractéristiques des séries pluviométriques maximales journalières

Statistiques de base	<b>Baghlija</b> Code : 02-20-02
<b>Nombre d'observations</b>	44
<b>Minimum (mm)</b>	32
<b>Maximum (mm)</b>	174
<b>Moyenne (mm)</b>	67.2

<b>Ecart-type</b>	30.2
<b>Médiane</b>	62.0
<b>Coefficient de variation (Cv)</b>	0.449
<b>Coefficient d'asymétrie (Cs)</b>	1.17
<b>Coefficient d'aplatissement (Ck)</b>	6.58



**Figure IV.4** Ajustement des pluies maximales journalière de la station Baghlia (02-20-02) par la loi de GEV

### IV .2.2. Analyse des données hydrométriques

#### IV 2.2.1 .Débits annuels

Les caractéristiques des stations utilisées dans cette étude, sont résumées dans les tableaux ci-dessous :

**Tableau IV.6** : les stations utilisé pour le calcul

<b>Station pluviométrique</b>	<b>Code</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Période</b>	<b>N d'années</b>	<b>Moyenne (mm)</b>
<b>Freha</b> Code : 02-16-03	02-16-03	641.9	383.5	140	1973-1993	20	21.91
<b>Baghlia</b> Code : 02-20-02	02-20-02	603.65	390	30	1967-1997	32	14.80
<b>Ain Zaouia</b> Code : 02-19-05	02-19-05	640.4	362.1	220	1973-1997	24	14.50

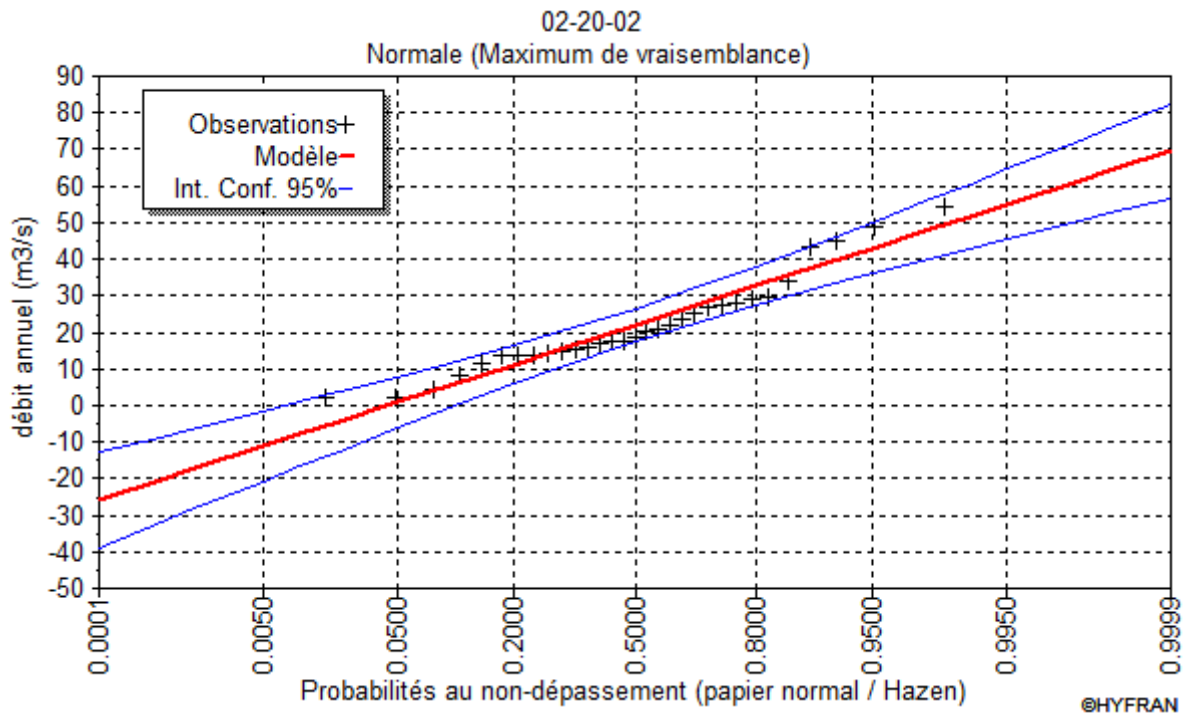
Les caractéristiques de chaque station sont résumés dans le tableau ci-dessous .

**TableauIV-7 :Caractéristiques desséries hydrologique Annuels**

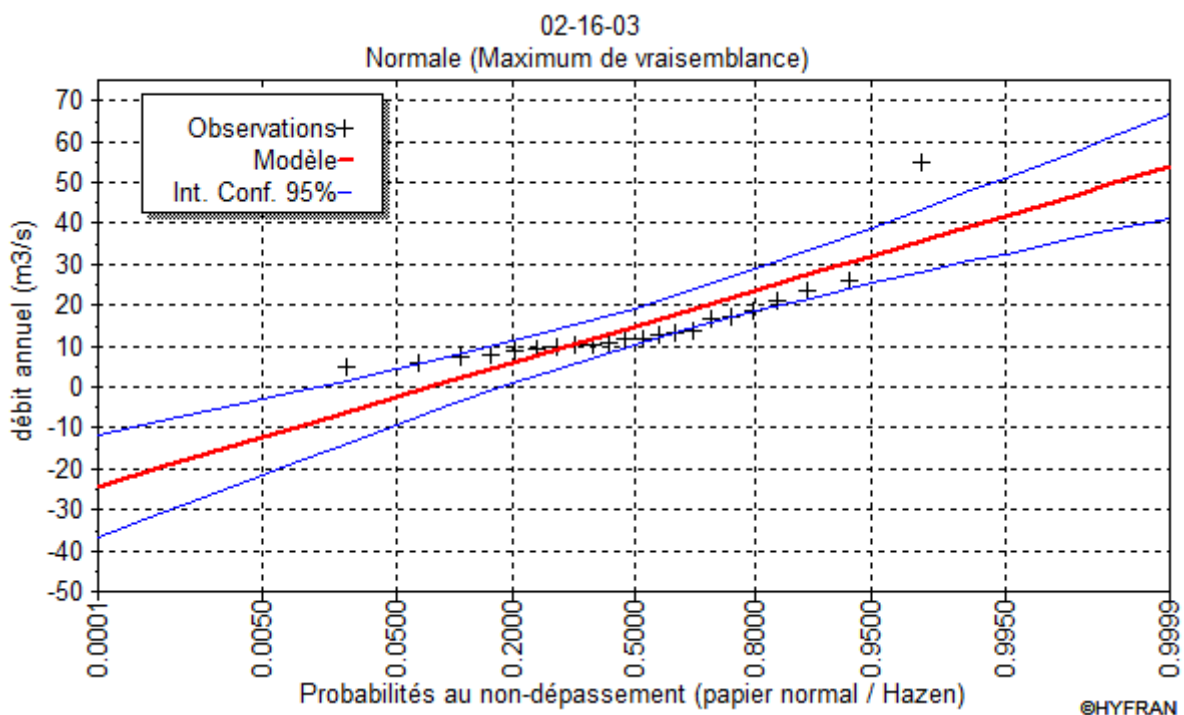
Statistiques de base	Freha Code : 02-16-03	Baghlia Code : 02-20-02	Ain Zaouia Code : 02-19-05
Nombre d'observations	22	32	24
Minimum (mm)	5.07	2.31	3.12
Maximum (mm)	54.7	54.1	37.8
Moyenne (mm)	14.8	21.9	14.5
Ecart-type	10.5	12.8	7.24
Médiane	11.8	18.8	13
Coefficient de variation (Cv)	0.710	0.586	0.499
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.649	0.849	1.59
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.05	3.05	5.38

**IV.2.2.2 Ajustement des débitsannuels à une loi normale**

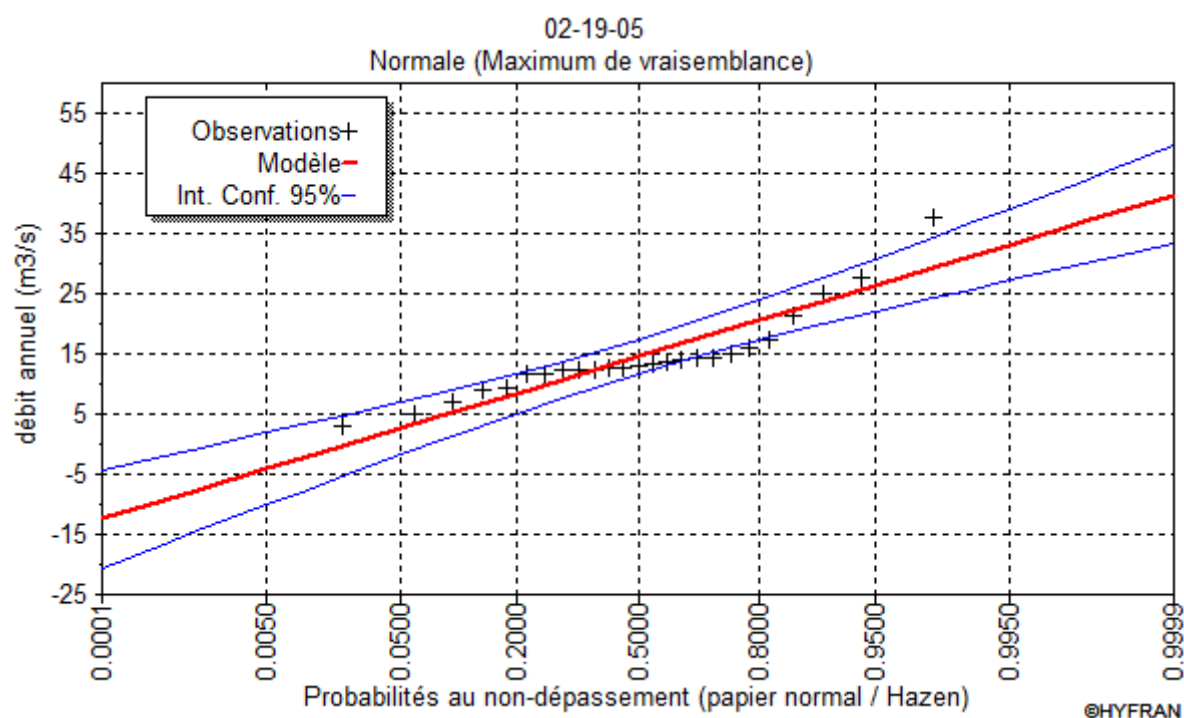
Les figure suivants montre les graphiques des résultats obtenus des ajustements. Ils représentent les probabilités empiriques et théoriques des distributions log normal .



**Figure IV .5 Ajustement de débit annuel par la loi normale de la station de Baghlia (02-20-02)**



**Figure IV .6** Ajustement de débit annuel par la loi normale de la station de Freha (02-16-03)



**Figure IV .7** Ajustement de débit annuel par la loi normale de la station de AinZaouia (02-19-05)

➤ D'après les résultats précédentes on remarque que l'ajustement par cette loi est efficace car tous les observations analysées sont positives est ne dépasse pas l'intervalle de confiance.



### IV .2.2.4 Les débits des crues

Pour accomplir notre travail on doit avoir une idée sur les débit des crues des années passées et la hauteur d'eau qui correspondà chaque débit, cela nous permettra de cartographier les zones inondables de notre zone d'étude.

Le tableaux suivants présentent les débits des crues les plus fort dans notre zone d'étude de la station de Balloua

**TableauIV-8 débit des crues et hauteur correspondants**

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur (m)
4/04/1974	390	3.4
13/3/1995	321.5	3
9/4/2002	263.4	2.5
24/1/1994	110.9	2
15/4/2001	46.4	1.5
06/4/1992	8.34	1
24/1/1980	1.14	0.5

### IV .3 Estimation des débits de crues

Les crues constituent un des risques principaux affectant la sécurité des populations que ce soient en zones urbaines ou en zones rurales. La maîtrise du risque de crue, constitue donc une préoccupation importante et légitime, à laquelle les ingénieurs, se doivent d'être sensibles et d'accorder une attention soutenue et continue.

Dans les études hydrologiques des crues, le principal objectif est la détermination de la crue, qui est abordée en termes de probabilité, ce qui permet le calcul, pour une certaine période de retour.

On doit en premier lieu calculer le temps de concentration du bassin versant .

#### **Calcul du temps de concentration du bassin versant**

Le temps de concentration est défini comme étant la durée nécessaire pour qu'une goutte de pluie tombée sur le point le plus éloigné hydrauliquement atteigne l'exutoire.

Dans notre étude, étant donné, la nature relativement accidentée du bassin et sa superficie, on s'est basé sur les méthodes suivantes :

- **formule de Kirpich**

Le temps de concentration est calculé comme suit :

$$T_c = \frac{0.000325 \cdot L^{0.77}}{I^{0.385} \times 60}$$

Avec L : longueur du thalweg principal (km)

I : Dénivelée = (H max – H min) /L (m/m)

- **Méthode de Giandotti**

Le temps de concentration est calculé comme suit :

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 L}{0.8\sqrt{H_{moy} - H_{min}}}$$

Avec S : surface du bassin versant (Km2) ;

L : Longueur du cours d'eau principal (km)

Tc : temps de concentrations exprimé en heure

- **Formule de Ventura**

Le temps de concentration est calculé comme suit :

$$T_c = 0.1272 * \left(\frac{S}{L}\right)^{0.5}$$

Avec : S : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>).

I : Dénivelée = (H max – H min) /L (m/m)

- **Méthode SCS**

Elle prend en considération la longueur du cours d'eau et le dénivelé :

$$T_c = 0.023 \cdot L^{0.8} \frac{\left(\left(\frac{1000}{CN}\right) - 9\right)^{0.7}}{I^{0.5}}$$

Ou , L : longueur du cours d'eau (km)

CN : Curve number , il traduit l'aptitude à l'écoulement, pour notre bassin, on prend CN=76

c'est la valeur correspondante pour le couvert végétal

I = pente moyenne du bassin versant.

Les résultats de calcul de temps de concentration par les méthode cité au dessus sont résumer dans le tableau suivant :

**Tableau IV.9** : le temps de concentration calculé

La formule	Kirpich	Giandotti	Ventura	Méthode SCS	Tc choisi
Tc (min)	243.2	354.6	294.2	379.4	380 = 6h 20min

### - Estimation des débits de crues

Plusieurs méthodes peuvent être exploitées pour estimer les crues

- **Formule de Turazza**

Cette formule fait intervenir un paramètre qui dépend de la forme de l'hydrogramme, et qui est fonction de la superficie des bassins versants, le débit de crue est :

$$Q = \frac{C}{3.6} \cdot \frac{P_{T_c}}{T_c} S$$

Où : Q est le débit de crue (m<sup>3</sup>/s) ;

P<sub>tc</sub> : est la pluie correspondant au temps de concentration (mm) ;

C : coefficient de ruissellement pour différentes périodes retour

S : Superficie du BV (km<sup>2</sup>)

- **Méthode de Mallet -Gauthier**

$$Q_{\max, p\%} = 2K \cdot \log(1 + 20H) \frac{S}{\sqrt{L}} \sqrt{1 + 4 \log T - \log s}$$

Avec : K : constante comprise entre 1-3 on prend : K=2

H : Précipitation moyenne interannuelle en m, H = 0,607 m

S : Surface du bassin en Km<sup>2</sup>

L : Longueur du talweg principal en Km

T : Période de retour

- **La Méthode SCS**

La méthode SCS est une transformation de la relation pluie-débit, les pluies brutes (pluies totales tombées sur le bassin versant) sont séparées selon trois composantes: ruissellement direct(Q) (ou écoulement de surface), Infiltration instantanée dans les dépressions et pores des sols(F), indice d'interception (I<sub>a</sub>).

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{P + 0.8 \cdot S}$$

Où : P: Lamme d'eau précipitée, mm (précipitation journalière du projet)

I<sub>a</sub>: Indice d'interception, mm (Application empirique dans l'équation ; I<sub>a</sub> = 0.2 x S.

S: Capacité maximale d'infiltration, mm.

Q: Lamme d'eau ruisselée, mm (considéré comme débit unitaire).

Le CurveNumber (CN), qui est utilisé pour estimer les valeurs de 'S' est calculé comme

$$S = 25.4 \times \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

suit :

Le débit de projet  $Q_p$  estimé pour une période de retour donnée est calculé comme suit :

$$Q_p = 0.00043 \times 10^{C_0 + C_1 \cdot \log(t_c) + C_2 \cdot (\log(t_c))^2} \times A \times Q$$

Où,  $Q_p$  : Débit maximal, (m<sup>3</sup>/s).

A: superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>) ;

$t_c$  : Temps de concentration (h) ;

Q : Débit maximal unitaire par unité de surface, (m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>/mm).

$C_0$ ,  $C_1$  et  $C_2$  sont des paramètres, fonction des précipitations dépendant et du climat du pays. Ils représentent les caractéristiques des pluies antérieures. En Algérie, on utilise les paramètres de type II.

On résume dans le tableau suivant les résultats obtenu pour les débits des crues

**Tableau IV.10** comparaison de résultats pour les différentes périodes de retour.

Période de retour	10	50	100
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
<b>Formule de Turazza</b>	208.5	311.4	483.7
<b>Méthode de Mallet – Gauthier</b>	133.6	219.9	328.4
<b>La Méthode SCS</b>	198.8	288.5	454.2
<b>Débit de projet</b>	198.8	288.5	454.2

### Interprétation et comparaison :

D'après le tableau de comparaison entre les quatre approches on remarque que les résultats de la méthode de SCS et celle de Turazza ne présentent pas une grande différence pour les trois périodes de retour (T=100ans, T=50ans et T=10ans), Pour notre cas on va travailler par l'approche de SCS.

### Partie 02 : Cartographie des zones inondable

#### IV .3Introduction

L'objectif de cette étude est de produire la carte de vulnérabilité aux inondations de la zone Base du bassin versant de Sébaou . La réalisation de cette carte passe par une étude hydrologique afin de déterminer le débit maximum de crues d'Oued Sébaou.

L'utilisation des logiciels ArcGis et HEC-RAS, nécessite dans un premier temps la détermination du débit maximal de crue. En se basant sur ce dernier et le MNT, pour réaliser la carte de vulnérabilité.

#### IV .4Méthodes pour cartographier les zones inondables

Il existe actuellement trois grandes méthodes pour cartographier les zones inondables par débordement de cours d'eau : *l'approche historique, l'approche hydrogéomorphologique et la modélisation hydraulique*. Certaines études peuvent combiner ces approches et l'ensemble des études contiennent en outre des éléments communs tels que la recherche de données historiques ou l'analyse hydrologique. On peut néanmoins clairement distinguer les atlas selon la méthode qui sous-tend le plus directement la cartographie finale. (HAFNAOUI M. A.2009)

- **L'approche historique** L'approche historique consiste à cartographier les zones inondables à partir d'une ou plusieurs crues réellement constatées.

- **Les modélisations hydrauliques** Les modélisations hydrauliques sont des méthodes variées qui consistent à calculer des débits et hauteurs sur une zone complète en fonction de débits prédéterminés, en fonction des conditions d'écoulement, voire de stockage, dans les lits des cours d'eau.

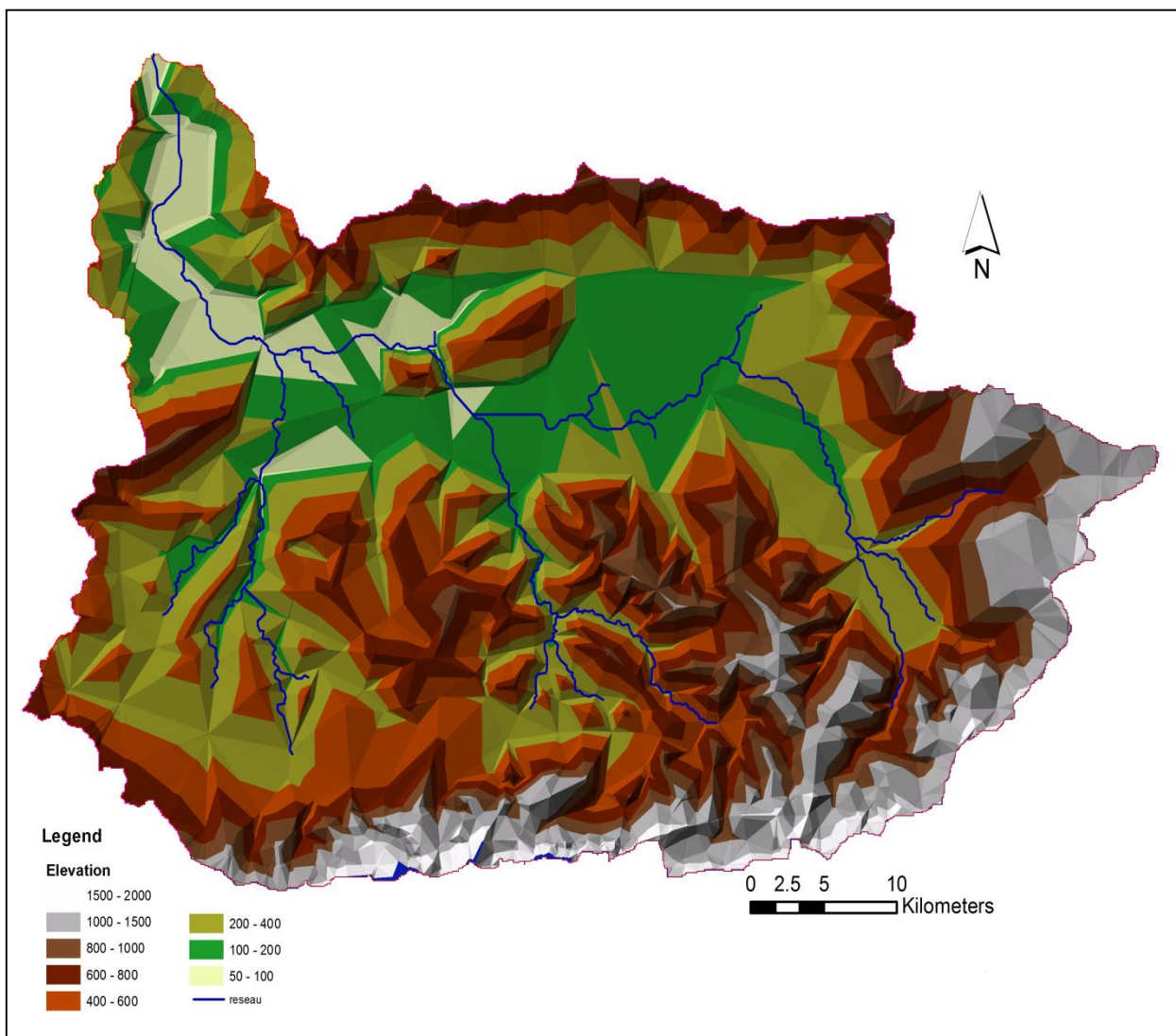
- **La méthode hydro géomorphologique** Dans les années 1990, un groupement, constitué d'ingénieurs du Centre d'Etude Technique de l'Equipement méditerranéen (Ministère de l'équipement français), des universitaires (Université de Provence, Aix-Marseille I) et de bureaux d'études, a finalisé une méthode de détermination des zones inondables . Cette méthode se base sur la mise en évidence des différents lits composant le profil en travers du cours d'eau. Elle est aujourd'hui reconnue sur le plan national et appliquée dans l'élaboration des Atlas des Zones Inondables et des Plans de Prévention des Risques Inondation en milieu méditerranéen. Après l'identification des différents critères permettant de déterminer les unités hydrogéomorphologiques

du cours d'eau, les deux phases principales de la recherche des zones inondables seront décrites.. L'analyse historique est donc nécessaire pour compléter l'approche hydrogéomorphologique . Pour établir notre carte d'inondation on va utiliser cette dernière méthode

### IV.5. Réalisation de la carte de vulnérabilité de la région base de bassin versant de Sébaou

#### IV.5 .1. Traçage d'Oued Sébaou

Pour réaliser la carte de la vulnérabilité aux inondations nous nous sommes basés sur le modèle numérique du terrain (MNT) de la région base de bassin versant de Sébaou qui s'étends sur une superficiel de 229 Km<sup>2</sup> . L'utilisation du MNT dans le logiciel ArcGis a permis de produire les courbes de niveaux et le réseau hydrographique de la région en utilisant ArcHydro



**Figure IV .8:** Présentation de bassin versant et le réseau hydrographique par ARC Gis

Après avoir découper la partie d'étude et a partir de la carte topographique et le réseau hydrographique, nous avons tracé l'Oued Sébaou qui a une longueur de 3.2 km et ses limites ( le lit

mineur et le lit majeur ) et les coupes transversales en utilisant l'outil HEC-GeoRAS dans le logiciel ArcGis ( FigIV.8). HEC-GeoRAS est un ensemble d'outils ArcGIS spécifiquement conçus pour traiter des données géospatiales pour utilisation avec le logiciel (HEC-RAS) c'est-à-dire il fait le lien entre ces deux logiciels (ArcGis et HEC-RAS )

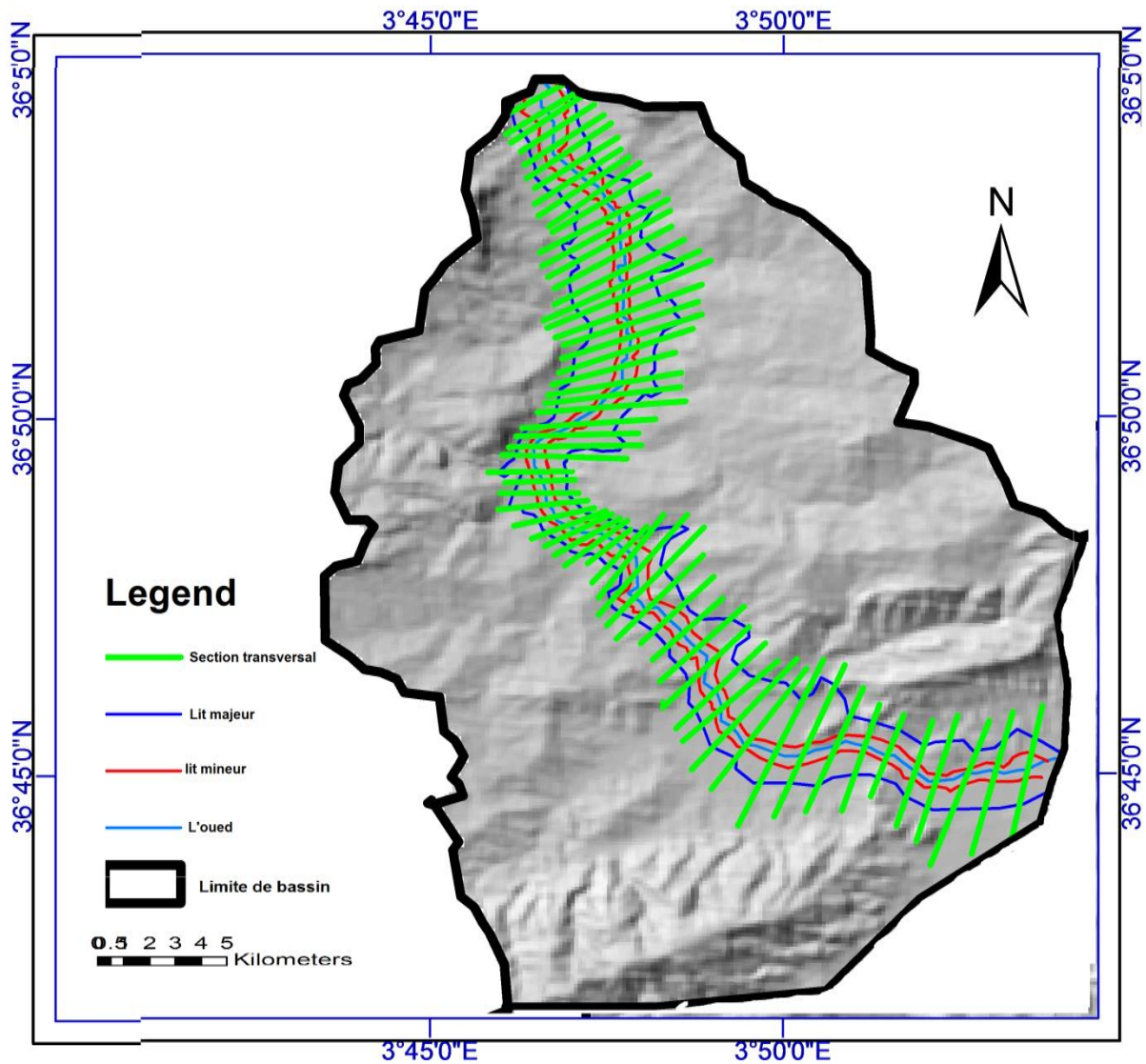


Figure IV .9: Présentation des coupes sur l' HEC-GEORAS

### IV.5 .2. Simulation numérique de la crue d'oued Sébaou

Après avoir tracé l'oued Sébaou sur le logiciel ArcGis, nous avons utilisé le logiciel HEC-RAS pour faire la simulation numérique de la crue de cet Oued en utilisant le débit de crue pour une période de retour de 100 ans déjà calculée .

## CHAPITRE IV : Cartographie des zones inondables

Le logiciel HEC-RAS est un logiciel de simulation de l'hydraulique dans les rivières et canaux. Il permet d'évaluer les débits et hauteurs d'eau sur l'ensemble des sections d'une rivière (Modéliser une rivière avec HEC-RAS.).

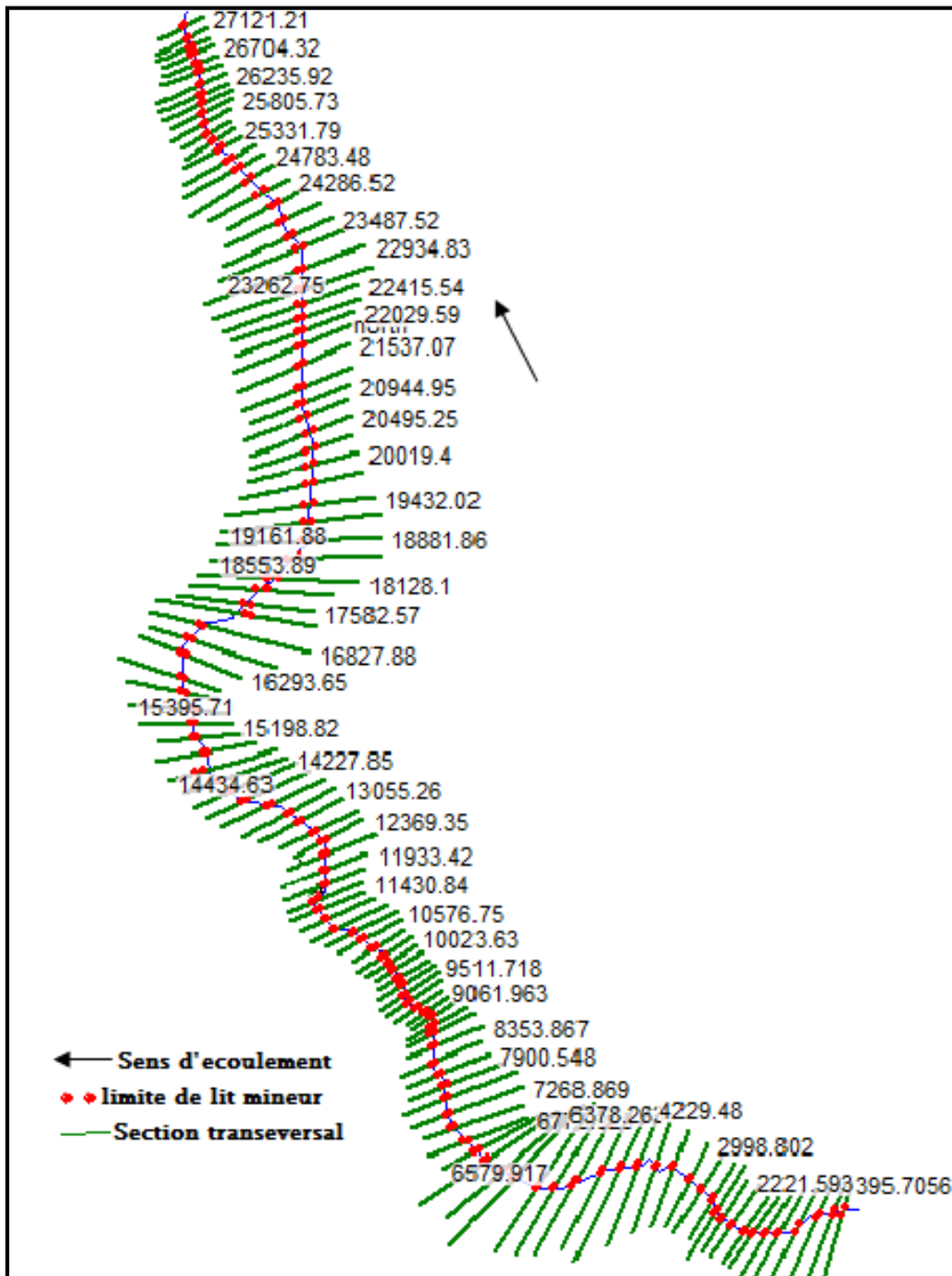
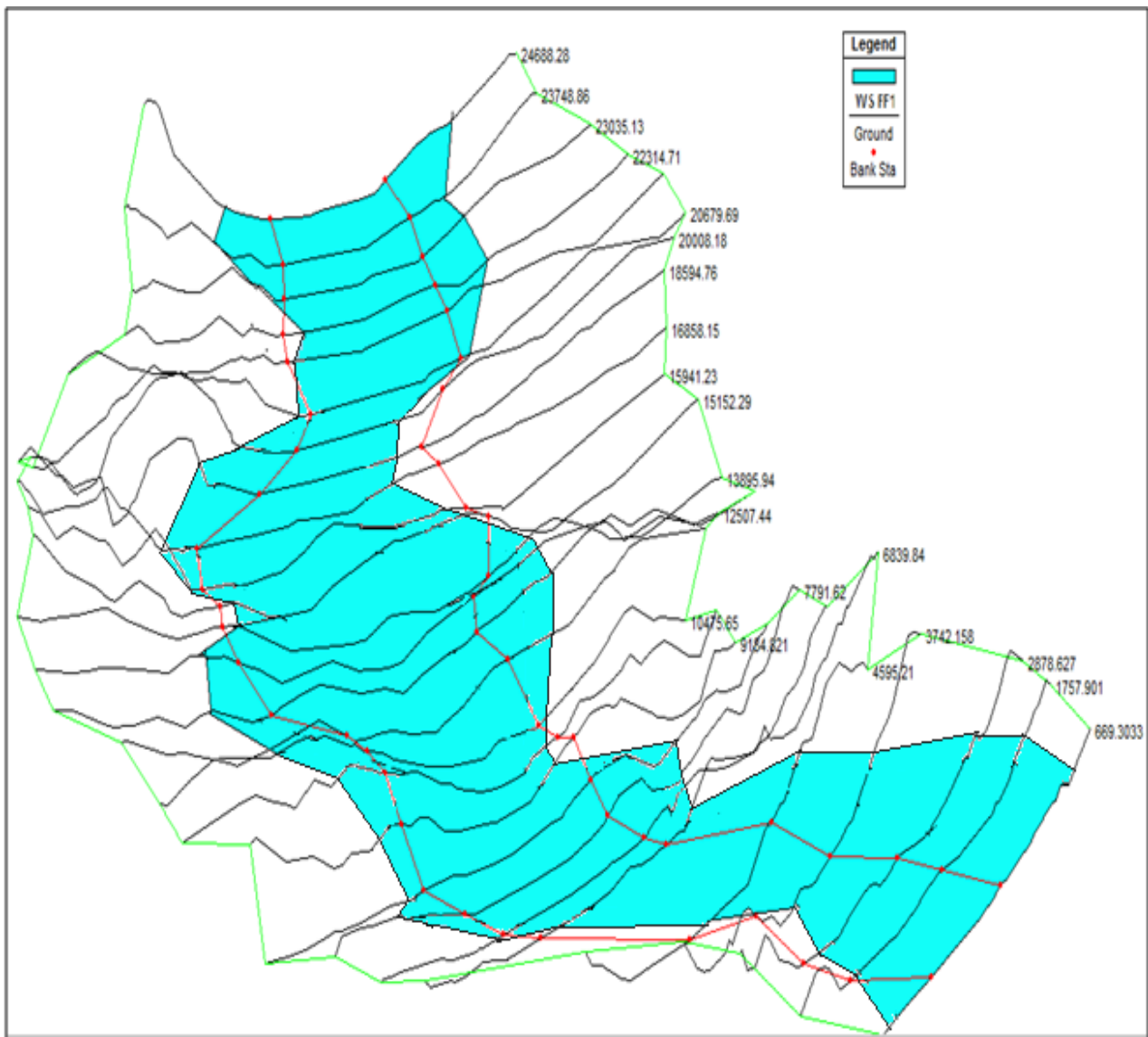


Figure IV .10 Le procédé de modélisation par l'HEC-RAS

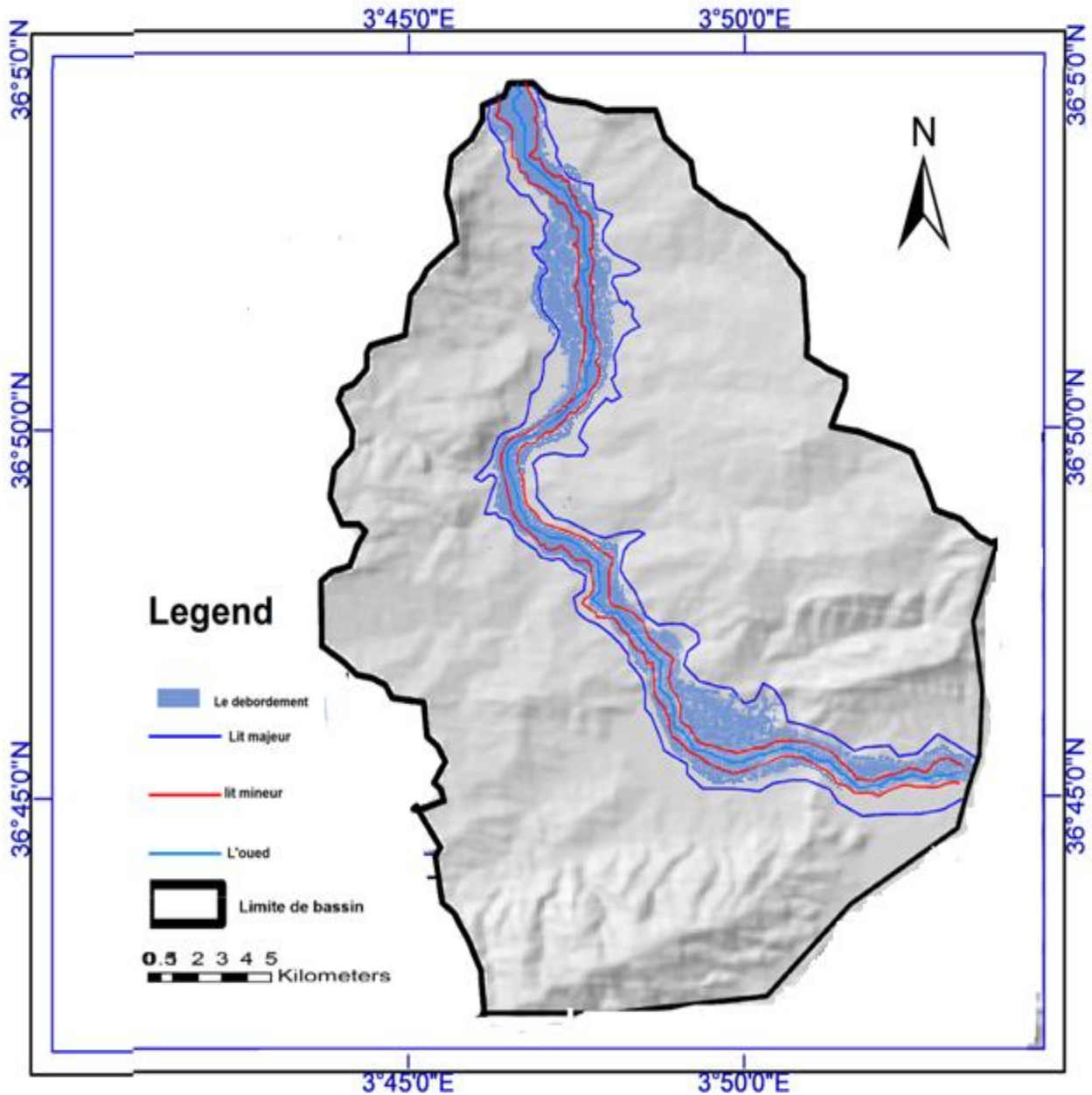




**Figure IV .11** Simulation numérique de la crue centennale d'Oued Sébaou en utilisant le HEC-RAS

### IV.5.3. Finalisation de la carte

La dernière étape de la réalisation de la carte de vulnérabilité aux inondations passe par l'utilisation de l'application Hec-GeoRAS du logiciel ArcGIS. La figure IV.11 montre les zones inondables de la région d'étude sur le modèle numérique du terrain MNT.



**Figure IV.12 zones inondables de la région base de Sébaou**

Pour avoir la carte finale, nous avons utilisé l'image de Google Earth au celle déjà obtenue (Fig.IV .12 ).

#### **IV.5.4 Carte finale de vulnérabilité aux inondations**

La carte réalisée représente les zones inondables de la région dans ce cas occupe une superficie de ,2.2 Km<sup>2</sup> ce qui représente 3% de la surface totale de la zone . A partir de cette carte on remarque que le débordement d'Oued Sebaou conduit à submerger des terres agricoles et habitats rural.

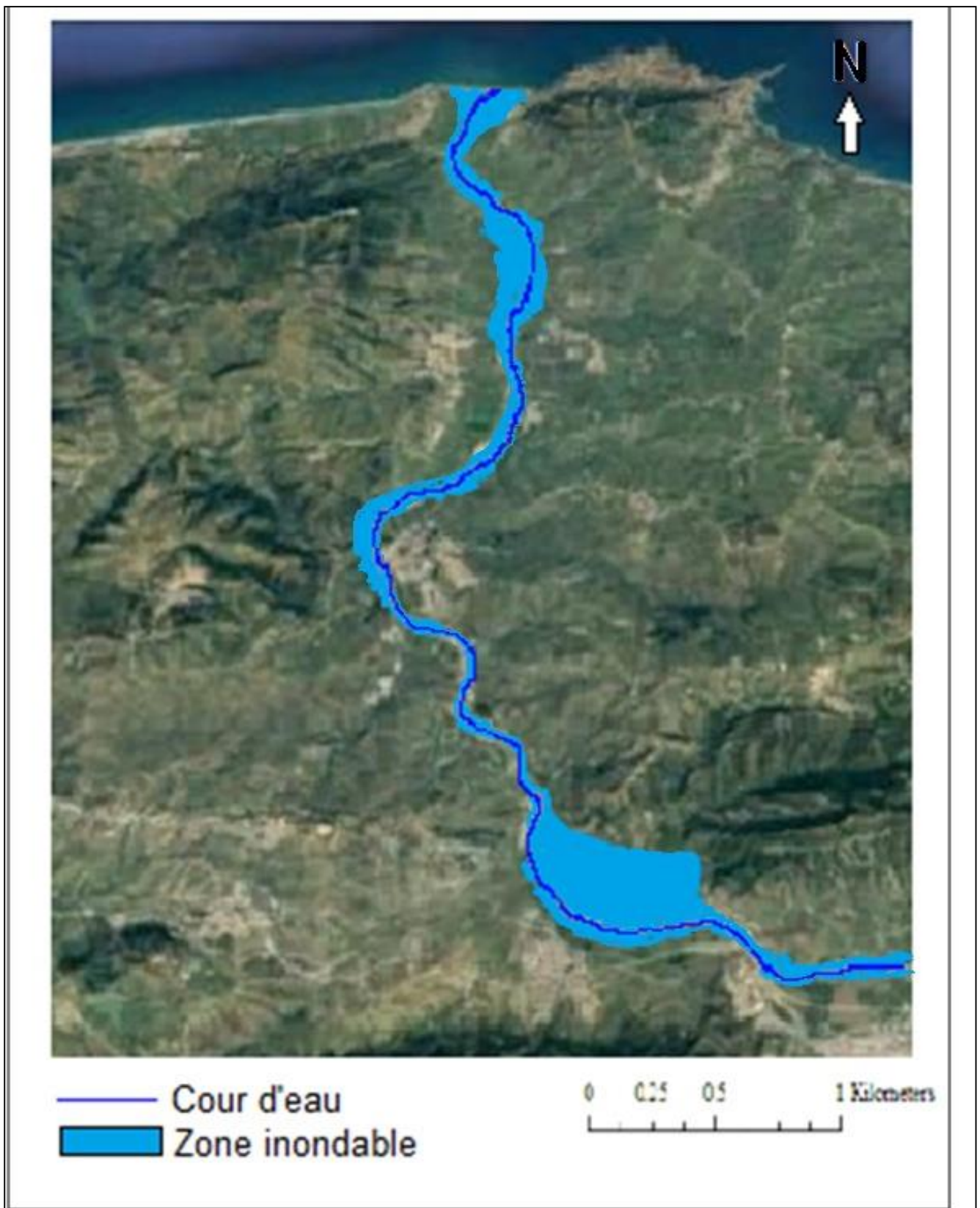


Figure IV.13 Carte de vulnérabilité aux inondations de la région (google earth ,2016)

## **CHAPITRE IV :Cartographie des zones inondables**

---

D'après la carte de vulnérabilité obtenu par la simulation numérique a l'aide des outils de système d'information géographique on peut estimer les zones ou une inondation peut se manifester , donc on peut prendre des préservation au niveau des zones où il y a risque d'inondation.

### **Iv .6 Conclusion**

L'utilisation des logiciel de SIG ArcGis, HEC GEO-RAS et de modalisation HEC-RAC a permis de réaliser la carte de vulnérabilitéaux inondations.La réalisation de cette carte a permis de déterminer les zones inondables de la région.

## CONCLUSION

Les dommages dus aux inondations sont, en grande partie, concentrés dans des milieux urbanisés. La simulation des écoulements dans de tels milieux est nécessaire pour établir des mesures de prévention ou de prévision. La complexité de ces écoulements exige le développement de modèles numériques adaptés qui puissent, en particulier, traiter l'arrivée d'une vague et les passages entre régimes torrentiel et fluvial.

Le bassin versant de sébaou a connue plusieurs situations météorologiques remarquables qui a causé une forte pluviosité (pluie importantes, orages violents) causant des inondations les plus robustes . Selon l'ANRH d'Alger, les deux station de Belloua et Baghlia ont enregistré Des chutes de pluie exceptionnelles 688 mm d'eau le **Le 28 mars 1974** pendant 4 jours dans les wilayas d'Alger et de Tizi .

Pour faire face, la carte de vulnérabilité est nécessaire pour protéger la région. L'étude hydrologique a permis de calculer le débit de crue d'Oued Sébaou, Il a été adopté dans la détermination de l'étendue des zones inondables.

L'utilisation des logiciel de SIG ArcGis , HEC GEO-RAS et de modalisation HEC-RAC a permis de réaliser la carte de vulnérabilité aux inondations. La réalisation de cette carte a permis de déterminer les zones inondables de la région.

## Référence bibliographique

- Abdelbaki C., Benhamouda F., Chikh M., 2012, SIG: Outils de gestion des réseaux d'alimentation en eau potable , Cas du réseau de la ville de Birtouta -Alger, Algérie, Editions universitaires européennes, ISBN : 978-3-8417-8907-5
- Ballais, J.L., S. Chave, V. Delorme et C. Esposito, Quatre lits pour un cours d'eau. Conséquences pour le risque d'inondation et l'aménagement - 8th IAG International Conference on Geomorphology - August 27th to 31st, 2013, Paris, France
- BOUBEHIR Abdellah ,2007 :Risque d'inondation et occupation des sol dans thors ,Mémoire de master en géographie et aménagement , Institut Daniel Faucher , Université de Toulouse .
- BOUKLI HACENE Chérifa et RABAH FISSA Amina, systèmes d'information géographique cours et travaux pratiques , Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen
- Cœur, D. et M. Lang, 2000, L'information historique des inondations : l'histoire ne donne-t-elle que des leçons ? La Houille Blanche, n° 2-2000, pp. 79-84
- Delorme-Laurent, V., 2007, Contribution à la méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables, Thèse de l'Université de Provence, 830 p
- Desbos, E. (1995). Quantification de la vulnérabilité du territoire face aux inondations. Rapport de D.E.A. "Conception en bâtiment et techniques urbaines", INSA Lyon, laboratoire Méthodes. Cemagref Lyon. 70 p.
- DJEMAI MOHAMMED ET MESBAH MOHAMED 1991, 9-19: ressource en eau de la plaine alluviale du haut Sébaou: impact de l'urbanisation, l'industrie et l'agriculture sur les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux de surface et souterraines (grande Kabylie, Algérie
- Emilienne RAPARSON, 2010. :Concepts de base en GRC, DESS DMGRC, Fac DEGS Antananarivo,
- HAFNAOUI M. A., BEN SAID M., FEKRAOUI F., HACHEMI A., NOUI A., 2009. Impacts des facteurs climatiques et morphologiques sur les inondations de Doucen. Journal Algérien des Régions Arides, Revue scientifique annuelle n° 08 Biskra,

- HEC (2005), *HEC-GeoRAS an extension for support of HEC-RAS using ArcGIS CPD-83*, Hydrologic Engineering Center, Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers, Davis, CA.
- LOUDA IDIR , Etude de la vulnérabilité des eaux souterraines de la plaine alluviale du haut Sébaou par la méthode de PRASTCHIM
- LEDOUX Bruno ,2006 : gestion du risque d'inondation , Edition TEC et D
- Lahlah, S. (2000). Introduction sur l'étude des inondations en Algérie. Agence Nationale des Ressources Hydraulique (ANRH) Alger
- Maguire D.J. 1991: An overview and definition of GIS, geographic information system.London
- Masson, M., G. Garry et J.-L. Ballais, 1996, Cartographie des zones inondables : approche hydrogéomorphologique, ministère de l'Équipement, ministère de l'Environnement, Les Editions Villes et Territoires, Paris La Défense, 100 p.
- Mehdi Nawel,2016 : etude d'aménagement de Oued Ain Sefra wilaya de Mostaganem (du pont l'alma au pont sidi athmane ), memoire de fin d'etudes, ENSH
- MERABET Abbés , 2006 : étude de la protection de la ville de Sidi Bel Abbess contre les inondation , Mémoire magister ;université de Djilali laibes - Sidi Bel Abbess
- Ould Ahmed Bamba, D., Nouedou, A., Djibo Amadou, G., NGangue Tchangué, F. & Diallo, S., Etat de l'art sur la conception et la mise en oeuvre d'un SIG, 2005
- PRIM BOUQUET, 2009 :Ministere de l'ecologie, du developpement durable, des transports et du logement, Risque inondation, risques majeurs .
- Salomon, J. N. (1997). L'homme face aux crues et aux inondations. Collection « scietren ».Presses universitaires de Bordeaux ,136 p
- Sauvagnargues-Lesage S. et Ayral P.A. 2009, Systèmes d'Information Géographique : outil d'aide à la gestion territoriale, Techniques de l'ingénieur,
- SPPPI ,2004 : Prise en compte du risque d'inondation dans les etudes des danger des installations classées , Cahier technique N°8 , DRIRE Haute –Normandie-21, avenue de la porte des champs -76037 ROUENX Tél 0235523200 – FAX 0235523232
- Tena-Chollet F., Sauvagnargues-Lesage S., Thierion V. et Ayral P. A. 2010,, Systèmes d'information géographique : mise en oeuvre, Techniques de l'ingénieur
- Touaibia, B. (2000). Erosion – Transport solide impact sur les inondations torrentielles. Cours de perfectionnement. Vibo. Valantia. Italie du 25 au 30 juin 2000

## Les sites Web

<http://www.afigeo.asso.fr/les-sig.html>

<http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c03-s01.fr.html>

<http://echo2.epfl.ch/e-drologie/chapitres/chapitre5/chapitre5.html>

<http://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/>

<https://cybergeog.revues.org/7722>

<http://eduterre.ens-lyon.fr/thematiques/hydro/erosion/transport>

[http://environnement.wallonie.be/de/dcenn/plan\\_pluies/methodologie.htm](http://environnement.wallonie.be/de/dcenn/plan_pluies/methodologie.htm)

<http://resources.arcgis.com>