

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

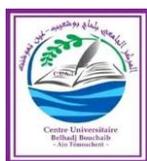
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

المركز الجامعي لعين تموشنت

Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent

Institut des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil



Mémoire pour l'Obtention du diplôme de Master

Filière : GENIE CIVIL

Spécialité : STRUCTURE

Thème

**La cartographie des zones inondables de la ville d'AIN TEMOUCHENT.**

Présenté Par :

Bahous Houaria

Bekhite Saida

Devant le jury composé de :

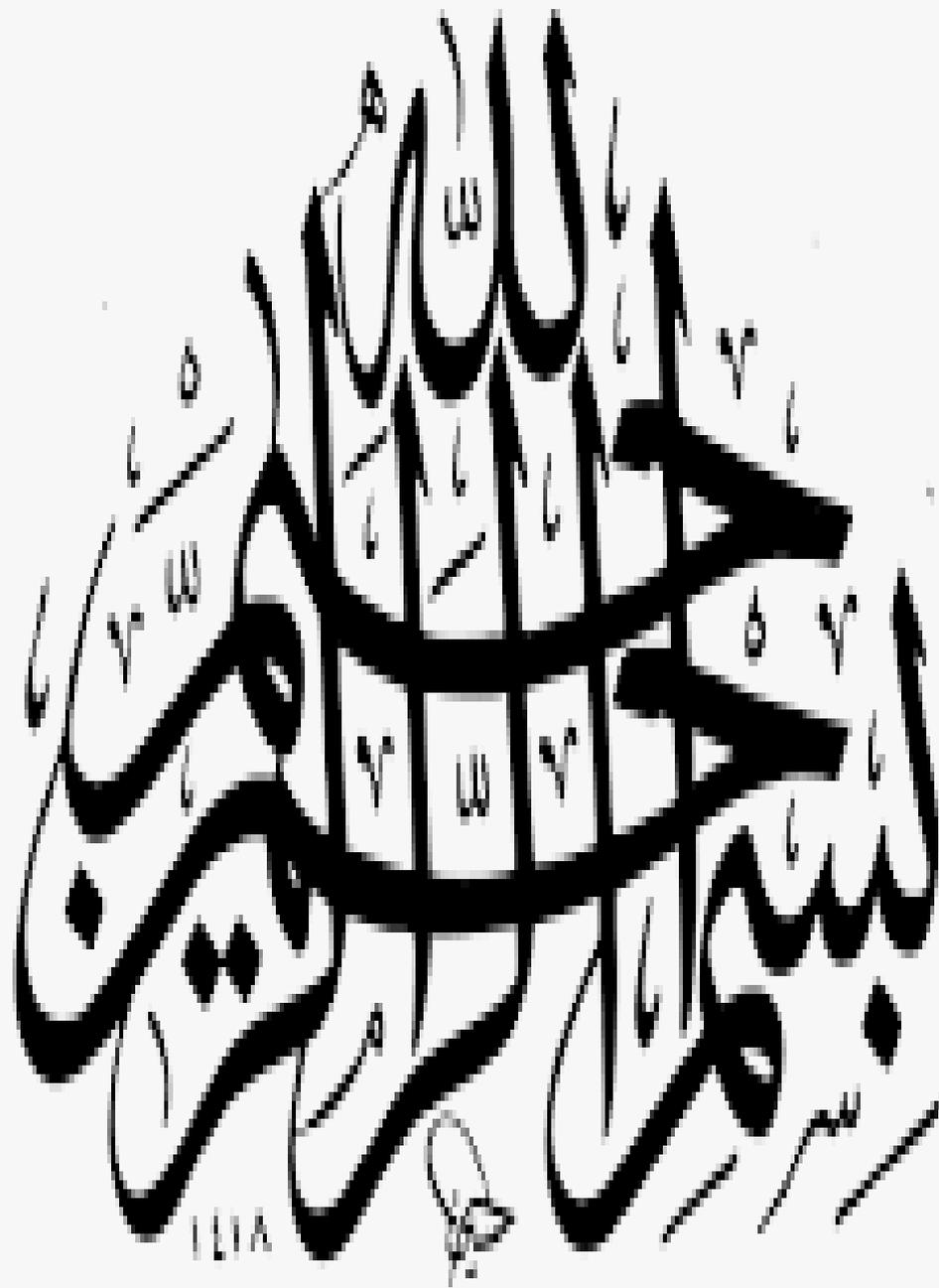
M<sup>r</sup> AISSA MAMONNE Sidi Mohamed      CUBBAT (Ain Témouchent) Encadreur

M<sup>r</sup> AMRAOUI Benamar      CUBBAT (Ain Témouchent) CO\_Encadreur

M<sup>r</sup> HOUMADI Youcef      CUBBAT (Ain Témouchent) Président

Mr KADDOUR Hakim      CUBBAT (Ain Témouchent) Examineur

Année universitaire : 2019/2020



# Dédicace :

Nous dédions ce modeste travail :

A nos très chers parents qui nous ont guidée durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, nos mères qui ont été à nos côtés et nous ont soutenu durant toute nos vies, et nos père qui on sacrifie toutes nos vies afin de nous voir devenir ce que nous sommes, un grand merci à nos amis.

A toute personne qui nous ont aidés à poursuivre mes études.

A nos grands-mères bien-aimées et ses prières aussi nos très chères sœurs.

A toute nous famille et à tous ceux que nous aimons.

A tous nos amis qui n'ont cessé de nous aider et de nous conseiller pour accomplir notre travail.

Et enfin à tous ceux qui nous ont aidée de prêt ou de loin.

**Bahous houaria et Bekhite saida .**

# Remerciement:

Nous tenons tout d'abord à remercier le bon DIEU de nous avoir guidés et donné la force et la volonté pour atteindre notre objectif.

Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.

Nous remercions chaleureusement messieurs **AISSA MAMOUN SIDI MOHAMED ET AMRAOUI BENAMAR** pour leurs disponibilités, leurs précieux conseils et motivations qui nous ont gardés sur le droit chemin afin de réaliser ce travail.

Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce projet de fin d'étude.

Et également nos remerciements sont exprimés toutes les promotions de génie civil.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.

## ملخص:

تمثل الفيضانات أكثر المخاطر الطبيعية تكرارا والأكثر ضررا في الجزائر، ولا سيما في عين تموشنت. أتاحت سياسة الوقاية من المخاطر الطبيعية التي تم البدء بها تطوير منهجية دراسة تهدف إلى فهم أفضل لمجري المياه من أجل مراعاة عملها في استخدام الأراضي. وقد أدى هذا الانعكاس إلى تفضيل المستوى الأول لمقاربة الظواهر التي تعتمد على التحليل الهيدروجيومورفولوجي للسهول الغرينية. يتمثل هذا في تحديد الظروف الطبيعية لتدفق مجرى مائي وفقا لأسرته المختلفة وفي تقييم اضطرابات هذا التدفق الناتجة عن الأنشطة البشرية في الوادي. هذا النهج، غير المألوف نسبيا حتى الآن، يوفر العديد من المزايا: فهو يسمح على وجه الخصوص بفهم عالمي للكيانات الجغرافية والأنظمة المائية حيث يكون من الأسهل تحديد القطاعات التي يمكن تخصصها للتخصر وتلك التي يجب الحفاظ عليها كحقل توسيع للفيضانات. بالإضافة إلى ذلك، فهي أيضا عملية سريعة وغير مكلفة بقدر ما تعتمد بشكل أساسي على تفسير الصور والدراسة الميدانية. تقدم هذه (PPR) الأطروحة وتشرح هذه الطريقة التي سوف تجد مكانها من الآن فصاعدا في إطار خطط الوقاية من المخاطر سيكون مفيدا للمهنيين والطلاب في البيئة والتخطيط وكذلك لأي جمهور مهتم بالوقاية من مخاطر الفيضانات. حاولنا من خلال هذه الأطروحة شرح مفهوم مخاطر الفيضانات، وطبقنا على بلدة عين تموشنت طريقة " الفيضان " لتحديد المناطق الأكثر عرضة للفيضانات.

الكلمات المفتاحية: الحالات الطارئة، رسم الخرائط، فيضان، تسيير الأخطار، الفيضانات، التأثير.

## Résumer :

Les inondations représentent le risque naturel le plus fréquent et le plus dommageable dans le monde et en Algérie particulièrement à Ain Témouchent .La politique de prévention des risques naturels engagée a permis de développer une méthodologie d'études visant à mieux connaître les cours d'eau afin de prendre en compte leur fonctionnement dans l'occupation des sols. Cette réflexion a conduit à privilégier un premier niveau d'approche des phénomènes qui repose sur une analyse hydro géomorphologique des plaines alluviales. Celle-ci consiste à identifier les conditions naturelles d'écoulement d'un cours d'eau en fonction de ses différents lits et à apprécier les perturbations de cet écoulement consécutives aux activités humaines dans la vallée. Cette démarche, assez peu répandue jusqu'à présent, offre pourtant de nombreux avantages : elle permet notamment une compréhension globale d'entités géographiques et hydro système où se dégagent plus facilement les secteurs qui pourront être consacrés à l'urbanisation et ceux qui devront être préservés comme champ d'expansion des crues. Par ailleurs, c'est aussi une démarche rapide et peu onéreuse dans la mesure où elle s'appuie essentiellement sur photo-interprétation et l'étude du terrain. Cet thèse présente et explicite cette méthode qui va dorénavant trouver sa place dans le cadre des plans de prévention des risques (PPR).Il sera utile aux professionnels et aux étudiants de l'environnement et de l'aménagement ainsi qu'à tout public concerné du risque

d'inondations. A travers ce mémoire, nous avons essayé d'expliquer la notion du risque aux inondations, et appliqué à la ville d'Ain Témouchent la procédé pour identifier les zones les plus vulnérables aux inondations.

Mots clés : Aléa, Cartographie, Crue, gestion de risque, Inondation, Vulnérabilité.

Abstract :

Floods represent the most frequent and most damaging natural risk in the world and in Algeria, particularly in Ain temouchent . The natural risk prevention policy initiated has made it possible to develop a study methodology aimed at better understanding the watercourses in order to take into account their functioning inland use. This reflection has led to favoring a first level of approach to phenomena which is based on hydro-geomorphological analysis of alluvial plains. This consists of identifying the natural flow conditions of a watercourse according to its different beds and assessing the disturbances of this flow resulting from human activities in the valley. This approach, which has not been widely used until now, offers many advantages : it allows in particular a global understanding of geographical entities and hydro systems where it is easier to identify the sectors that can be devoted to urbanization and those should be preserved as a flood expansion field. In is also a fast and inexpensive process insofar as it relies mainly on photo-interpretation and field study. This thesis presents and explains this method which will henceforth find its place in the framework of risk prevention plans (PPR).It will be useful to professionals and students of the environment and planning as well as to any public concerned by the prevention of the risk of flooding. Though this thesis, we have tried to explain the notion of flood risk, and applied to the city of Ain temouchent the 'flood 'method to identify the areas most vulnerable to flooding.

Key words : Hazard, Cartography, Flood plain ,Risk management , Flooding ,Vulnerability.

## Table des Matières

### Dédicaces Remerciements

ملخص

### Résumé

### Abstract

### Table des Matières

### Liste des Figures

### Liste des Tableaux

### Table des matières :

Introduction générale : .....	13
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude. ....	15
I.1 Introduction : .....	15
a)-Historique de la ville Ain-Témouchent : .....	15
Présentation de la ville : .....	15
I.3 Contexte géologique : .....	18
I.4 Climatologie : .....	20
a)- Climat : .....	20
b)-Pluie : .....	21
c)-Température : .....	2222
d)-Vent : .....	23
I.5 Contexte hydrogéologique : .....	24
I.6 Sismicité de la région : .....	25
I.7 Activité volcanique : .....	27
I.8 Conclusion : .....	28
Chapitre II : le phénomène des Inondations .....	31
II.1 Introduction : .....	31
II.2 Définition du phénomène : .....	31
II.3 Différents types d'inondations.....	32
a)- le débordement de cours d'eau:.....	32
b)-Ruissellement en secteur urbain : .....	33
c)-L'inondation par submersion marine : .....	33

d)-Les inondations par remontée de nappe :.....	34
II.4 Les causes et les origines des inondations :.....	35
II.5 Explication du phénomène :.....	35
a)-Genèse des crues et des inondations :.....	37
b)-Types des crues :.....	37
c)-Lits du cours d'eau :.....	39
d)-Connaitre un risque majeur :.....	40
II.6 Evaluation de la susceptibilité aux inondations :.....	41
a)-1-Evaluer l'aléa « inondation » et ses incertitudes : .....	42
a)-2-Hydrologie pour estimer l'aléa : .....	42
a)-3 Hydraulique pour quantifier l'aléa :.....	43
a)-4 Incertitudes dans l'évaluation de l'aléa :.....	43
b)-1Evaluer la vulnérabilité :.....	43
b)-2Démarches quantitatives :.....	43
b)-3Démarches qualitatives :.....	44
II.7 Conséquences engendrées par les inondations :.....	44
II.8 Les mesures à prendre pour lutter contre les inondations : .....	45
a)- L'approche passive de l'adaptation de l'homme aux inondations :.....	46
b)- La protection par la maîtrise des eaux : .....	46
Chapitre III : Généralités sur la cartographie et les projections cartographiques.....	50
III.1 La cartographie :.....	50
III-1-1-Introduction :.....	50
III-1-2-L'histoire de la cartographie .....	51
III-1-3-La cartographie :.....	51
a)-C'est une science.....	51
b)-C'est un art.....	51
c)- C'est enfin une technique.....	52
III-1-4-Les différents types de cartes : .....	52
a)-les cartes topographiques : .....	52
b)-Les cartes spéciales :.....	53
c)-Les cartes thématiques : .....	54
III-1-5-Les variables visuelles en cartographie :.....	56
a)-La taille.....	56
b)-La valeur .....	56

c)-Le grain : .....	56
d)-L'orientation : .....	57
e)-La forme : .....	57
f)-La couleur : .....	57
III-1-6-Cartographie par ordinateur : .....	59
a)-Collecte de données : .....	59
b)-Traitement des données : .....	59
c)-Manipulation des données : .....	60
d)-Héritage : .....	60
III.2 La projection cartographique .....	61
III-2-1-La projection plane : .....	61
III-2-2-Référentiel géographique : .....	62
III-2-3 Géoïde, ellipsoïde et datum : .....	63
a)- Le Géoïde .....	63
b)-L'ellipsoïde : .....	63
c)-Datum : .....	64
III-2-4- Système de coordonnées géographique : .....	65
III-2-5- Système de coordonnées projetées : .....	66
III-2-6 Classification des projections cartographiques : .....	67
a)-Les projections cylindriques : .....	67
b)-Les projections coniques : .....	69
c)-Les projections azimutales : .....	69
III-2-7-Les représentations cartographiques planes en Algérie : .....	70
a)-La projection Lambert : .....	70
a)-2-Les constantes de la projection Lambert : .....	71
b)-La représentation cartographique UTM : .....	71
II-2-8-Transformation géographique : .....	72
a)-Définition : .....	72
b)-Méthodes de transformation géographique : .....	73
III.3 Conclusion : .....	74
Chapitre IV : Elaboration de la carte, Analyse et interprétation : .....	77
IV.1 introduction : .....	77
IV .2 Elaboration des cartes et interprétations : .....	77
a)-Carte d'état-major : .....	77

b)-Carte model numérique de terrain MNT :.....	80
c)-Carte hydrographique :.....	82
d)-Carte des pentes : .....	84
e)-Carte d'altitudes : .....	86
f) –Carte des zones inondables :.....	88
IV .3 Recommandations et mesures de réduction des risques d'inondation :.....	89
a)-le PPRI : .....	89
b)-le plan orsec : Organisation de la Réponse de Sécurité Civile.....	90
c)-le plan d'évacuation : .....	90
d)-le plan d'entretien et de curage avaloirs réseaux et oueds :.....	91
e)-plan de maintenance des ouvrages hydraulique .....	91
f)-formation des cadres :.....	92
g)-sensibilisation des habitants :.....	93
h)-exercices de simulation :.....	94
i)-canalisation des oueds :.....	95
j)-renforcement du remblai par gabionnage : .....	96
k)-drainage des eaux pluviales : .....	97
l)-gestion des déchets : .....	97
IV.4 Conclusion : .....	98
Référence: .....	101

## Liste des tableaux :

Tableau 1: Classification des daïra et communes. ....	18
Tableau 2: Tableau climatique d'Ain Témouchent. ....	20
Tableau 3: Résumé des conséquences. ....	45
Tableau 4 : Constantes de la projection Lambert Nord et Lambert Sud.....	71
Tableau 5: Constantes de la projection UTM. ....	72
Tableau 6: Pourcentage et classes des pentes. ....	85
Tableau 7: Pente et Vulnérabilité à l'inondation .....	85
Tableau 8: Classes d'altitudes. ....	87
Tableau 9: La classe d'altitude et Vulnérabilité à l'inondation.....	87

## Liste des figures :

Figure 1 : La géographie d'Ain Témouchent. ....	16
Figure 2: Cadre géologique (Extrait de la carte géologique De la Wilaya d' Ain Temouchent) .....	19
Figure 3: Pluviométrie mensuelle moyenne .....	21
Figure 4: Courbe température d'ain temouchent.....	22
Figure 5: La température maximale à Ain Témouchent .....	22
Figure 6: Vitesse moyenne du vent.....	23
Figure 7: Direction du vent.....	24
Figure 8: Réseau hydrographique .....	25
Figure 9: Carte de zoning sismique (Règlement parasismique algérien). ....	26
Figure 10 : Sismicité et mécanismes au foyer du Nord de l'Algérie .....	26
Figure 11: sismicité enregistrée entre 2003 et 2015 dont les magnitudes sont supérieur à 4. ...	27
Figure 12: Position stratigraphique et âge du volcanisme en Oranie nord-occidentale.....	28
Figure 13: Inondation (exemple1) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 14: Inondation (exemple2) .....	32
Figure 15: Inondation par le débordement de cours d'eau. ....	33
Figure 16: Inondation par ruissellement. ....	33

Figure 17: Inondation par submersion .....	34
Figure 18: Inondation par remontée de nappe. ....	35
Figure 19: Type d'aléa.....	37
Figure 20: Bassin versant.....	39
Figure 21: Lit mineur d'un cours d'eau . ....	39
Figure 22: Lit moyen d'un cours d'eau .....	39
Figure 23: Lit majeur d'un cours d'eau.....	40
Figure 24: Risque majeur.....	41
Figure 25: Model conceptuel du risque .....	42
Figure 26: Recalibrage d'un cours d'eau .....	44
Figure 27: carte de l'Afrique en 1853 .....	50
Figure 28 : La carte routière de l'Algérie.....	53
Figure 29 : Carte marine. ....	53
Figure 30 : Carte de croisière de la FIR d'Alger. ....	54
Figure 31 : Carte géologique Ain Témouchent. ....	55
Figure 32 : La projection conique conforme de LAMBERT.....	61
Figure 33 : Surface curviligne et surface plane .....	62
Figure 34 : La construction du référentiel géographique.....	62
Figure 35 : Le géoïde est la forme théorique de la terre. ....	63
Figure 36 : L'ellipsoïde.....	63
Figure 37 : Datum local. ....	64
Figure 38 : Datum géocentrique (global).....	65
Figure 39 : Système de coordonnées géographique.....	66
Figure 40 : Système de coordonnées projetées.....	67
Figure 41 : Classification des projections cartographiques .....	67
Figure 42: Projection cylindrique conforme de Mercator.....	68
Figure 43 : Projection cylindrique équivalente de Lambert.....	68
Figure 44 : Projection conique conforme de Lambert. ....	69
Figure 45: Projection conique équivalente d'Albers. ....	69
Figure 46: Projection stéréographique (a) et projection azimutale équivalente de Lambert (b). .....	70
Figure 47 : Projection Lambert en Algérie. ....	71
Figure 48: Fuseaux de la projection UTM en Algérie. ....	72
Figure 49 : NAD 1927 et WGS.....	73

Figure 50:photo des inondations de la ville d’Ain Temouchent près du Siège SONALGAZ.	77
Figure 51:Carte d'état-major. ....	78
Figure 52: Carte model numérique du terrain MNT. ....	80
Figure 53: Carte hydrographique. ....	82
Figure 54: Carte des pentes. ....	84
Figure 55: Carte d'altitudes. ....	86
Figure 56: Carte des zones inondables. ....	88
Figure 57:plan ORSEC (situations exceptionnelles) ....	90
Figure 58 : inondation dans la région de Kumamoto(japon) ....	91
Figure 59: l’opération de curage des avaloirs. ....	91
Figure 60: Type d’un oued après maintenance ....	92
Figure 61: formation des cadres. ....	93
Figure 62: Sensibilisation des habitants. ....	94
Figure 63: exercice de gestion de crise humanitaire. ....	94
Figure 64: Canalisation du chenal de basses eaux et pont sur le cours d'eau Sennane. ....	95
Figure 65: renforcement du remblai par gabionnage. [45] ....	96
Figure 66: Gestion des déchets. [45] ....	97

## Introduction générale :

L'Algérie est un pays à risques multiples. Parmi eux le risque des pluies d'une intensité forte qui provoquent éventuellement des inondations détruisant pour les deux cotés humains et matériels.

Les exemples de Bab El Oued – Alger en 2001, de Sidi Bel Abbes en 2006, de Ghardaïa en 2008 et El Bayadh en 2011 sont frappants.

En protégeant la sécurité des biens et des personnes des dégâts causés par les inondations, une parfaite identification des régions doit être établie à fin d'anticiper l'ampleur du risque arrivé.

A cause de cela, la détermination des débits des crues du projet est nécessaire pour le dimensionnement des ouvrages de protection contre les inondations et pour le développement durable. La protection contre le risque 'inondations' est une action importante.

L'objectif de notre projet fin d'étude est d'identifier les zones inondables dans la ville Ain Témouchent et présenter des mesures de réduction des risques d'inondation.

Le mémoire est scindé en quatre chapitres :

- ❖ **Premier chapitre :** Présentation de la zone d'étude (situation géographique, contexte géologique et hydrogéologique, sismicité et activité volcanique de la région).
- ❖ **Deuxième chapitre :** Le phénomène des Inondations (expliquer le phénomène, découvrir les causes et les conséquences engendrées par les inondations).
- ❖ **Troisième chapitre :** Généralités sur la cartographie et les projections cartographiques (l'importance des cartes dans notre vie).
- ❖ **Quatrième chapitre :** Elaboration des cartes, Analyse, interprétations et les mesures de réduction des risques d'inondation.

# **Chapitre I :**

Présentation de la zone d'étude.

## **Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.**

### **I.1 Introduction :**

La ville d'Ain Témouchent est le chef-lieu d'une province historique. Ce nom vient d'un dialecte berbère qui signifie source des chacals, mais le vocable a été longtemps discuté. Il est apparu ensuite, d'une manière quasi certaine, que la source des chacals était la désignation que les Berbères du XIV<sup>e</sup> siècle voulaient donner à leur agglomération bien que la signification exacte soit, étymologiquement, la source de la femelle du chacal.

#### **a)-Historique de la ville Ain-Témouchent :**

C'est quand le poète écrit: «Terre, ne laissez pas mes grandes phrases seules...». Ain-Témouchent c'est toujours «l'Algérie, la terre du Possible».

Le petit village français accède au rang de commune et très vite avec une démographie paradoxale, la ville d'Ain Témouchent devenait un «modèle» de la colonisation française en Algérie, surtout avec l'événement de la crise de la Phil ixora en France de 1880 à 1890, en introduisant la culture de la vigne.

En 130 ans, la petite bourgade allait devenir la capitale algérienne du vin. Que de productions agricoles allaient enrichir le patrimoine témouchentois grâce à l'Ecole d'Agriculture qui y sera implantée!

Le sort d'Ain Témouchent fut, de toute évidence, lié à celui de l'Algérie française, mais il demeure que la cité fut appelée à un bel avenir et qu'elle garda à jamais l'empreinte ineffaçable de l'œuvre française.

En 1955, AIN TEMOUCHENT est une sous-préfecture du département d'Oran.

Après 1962, AIN TEMOUCHENT devient DAIRA (Canton) et ce n'est qu'en 1984 qu'elle accède au statut de Wilaya<sup>5</sup>. [1]

#### **Présentation de la ville :**

La wilaya d'Ain Témouchent (en arabe: ولاية عين تموشنت; en berbère: ⵜⴰⵎⴰⵔⴷⵉⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵔⴷⵉⵜ) située à l'ouest de l'Algérie entre les wilayas d'Oran, Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès, est une collectivité publique territoriale et une circonscription administrative de l'état algérien dont le chef-lieu est la ville d'Ain. Elle est créée par une loi du 4 février 1984<sup>3</sup>. La superficie de la wilaya est d'environ 2 377 km<sup>2</sup>. [2]

## **I.2 Situation géographique :**

La Wilaya d'Ain Témouchent se trouve dans l'ouest algérien ; elle occupe du point de vue géographique, une situation privilégiée en raison de sa proximité par rapport à trois grandes villes à savoir :

- Oran au Nord-est (70 km du chef -lieu de Wilaya),
- Sidi Bel Abbés au Sud-est (70 km),
- Tlemcen au Sud-ouest (75 km), [3]



**Figure 1 : La géographie d'Ain Témouchent. [4]**

Ainsi qu'à sa façade maritime d'une longueur de 80 km, traversant neuf communes (Béni Saf, Bouzedjar, Terga, Sidi Ben Adda, Oulhaça El Gherraba, Sidi Safi, Bouzedjar, Messaid, Ouled Kihal).

### **Limites géographiques :**

- Au nord par la mer méditerranée et Oran.
- Au sud par la wilaya de Tlemcen et Sidi Bel Abbés.
- A l'ouest par la méditerranée et la wilaya de Tlemcen.
- A l'est par la wilaya d'Oran et Sidi Bel Abbés. [3]

La Wilaya d'Ain Témouchent est issue du découpage territorial de 1984. Elle comprend 28 communes et 08 Dairas réparties comme suit : [4]

Photos	Daira	Communes
	AIN TEMOUCHENT	AIN TEMOUCHENT- SIDI BEN ADDA.
	EL MALAH	EL MALAH - TERGA - CHAABAT LEHAM - OULED KIHAL.
	EL AMRIA	EL AMRIA - BOUZEDJAR - M'SAID - OULED BOUDJEMAA - HASSI EL GHELLA
	HAMMAM BOU HADJAR	HAMMAM BOUHADJAR - OUED BERKECHE- HASSASNA- CHENTOUF-
	AIN ARBAA	AIN ARBAA - TAMAZOURA - OUED SEBBAH - SIDI BOUMEDIENE.
	BENI SAF	BENI SAF - SIDI SAFI - EMIR ABDELKADER

	OULHACA GHERABA	OULHACA - SIDI OURIACHE
	AIN KHAL	AIN KHAL - AGHLAL - AIN TOLBA - AOUBELLIL

**Tableau 1: Classification des daïra et communes.** [4]

**Relief :** Le centre primitif d'Ain Témouchent est situé à une altitude moyenne de 250 mètres, sur un plateau dominant le confluent de l'oued Senane et de l'oued Témouchent. Le plateau culmine au sud, séparé du lit des deux oueds par une pente rapide, et s'abaisse doucement vers le nord. La petite région qui entoure la ville est accidentée, entrecoupée de mamelons et de ravins profonds, et le terroir y est essentiellement volcanique. [5]

### **I.3 Contexte géologique :**

La structure géologique de la région de Ain Témouchent est constitué par des formation volcanique de type basaltique et de cendres volcanique ,qui doivent leur apparition aux éruptions du pliocène et quaternaire .ces formation recouvrent toute la partie sud-est et sud d'Ain Témouchent allant jusqu'aux secteurs de Chaabat El Leham ,Béni Saf et Ain Tolba.

On distingue trois types de formation :

- Des formations basaltiques avec des cendres volcaniques d'âge primaire.
- Des formations sédimentaires constituées de calcaires, d'argiles et de marnes.
- Des formations sédimentaires constituées de tufs et d'alluvions recouvertes de formations Argilo-marneuses et Argilo-sablonneuses et croutes calcaires (EVHYDAL, 2012)

Les formations volcaniques se sont manifestées en deux phases :

- la première phase au Miocène supérieur.
- la deuxième phase au Pléistocène.

Les formations du Miocène supérieur se caractérisent par un épanchement de lave andisque. Tandis que les formations du Pléistocène se caractérisent par un épanchement de la lave et de dépôts de tufs. Ce qui traduit la grande activité volcanique dans la région. Ces épanchements volcaniques ont transformé les formations sous-jacentes. Ces basaltes sont fissurés et fracturés ( dues probablement au brusque refroidissement). [6]

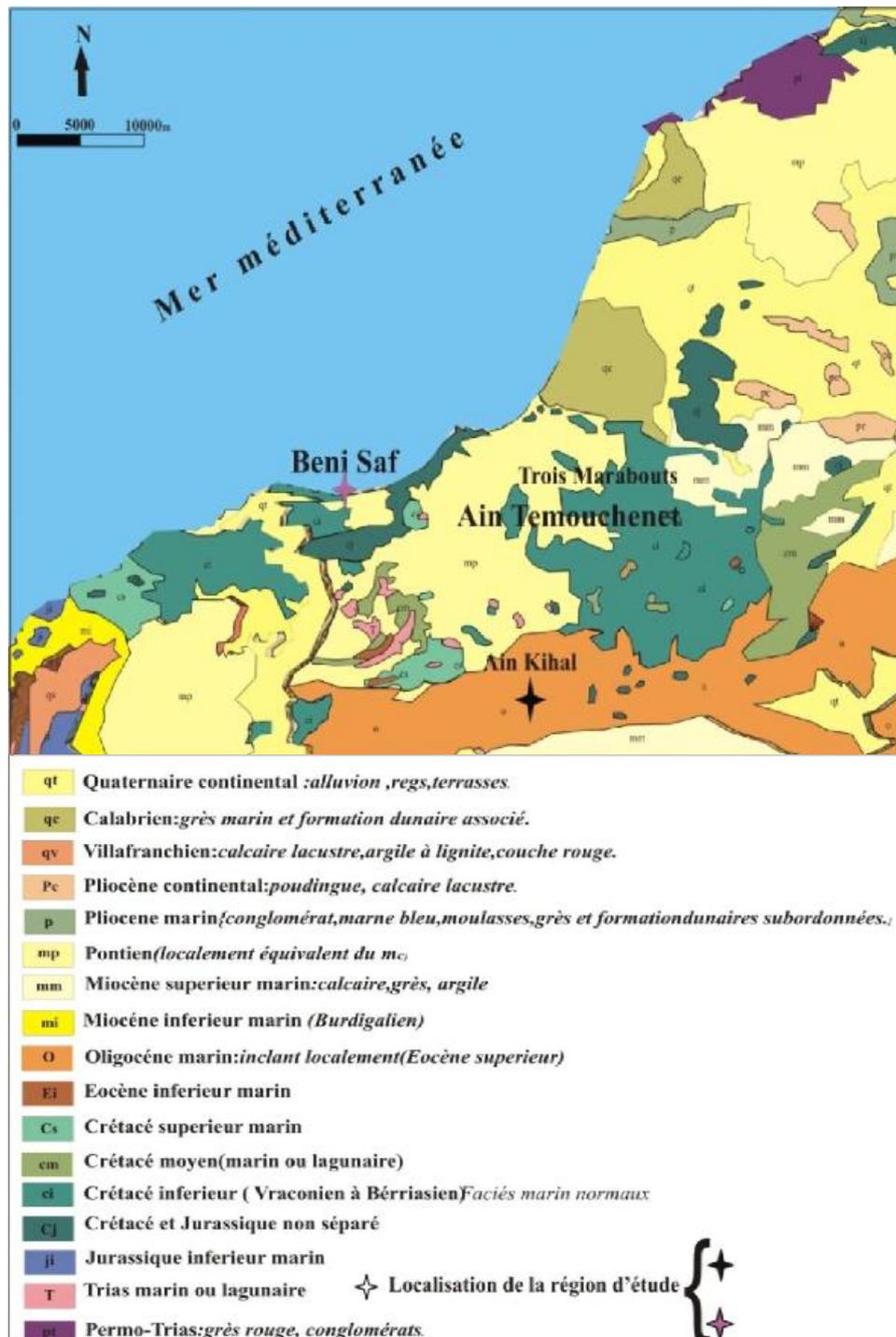


Figure 2: Cadre géologique (Extrait de la carte géologique De la Wilaya d'Ain Temouchent). [7]

## I.4 Climatologie :

### a)- Climat :

La Wilaya de Ain Témouchent est un climat méditerranéen, caractérisé par un été chaud et un hiver tempéré. Le régime climatique se caractérise par des vents qui n'apportent généralement que peu d'humidité (vents de direction Nord - Ouest, Sud - Est), lors de leur passage sur les reliefs Marocains et Espagnols, ces vents perdent une grande partie de leur humidité. Par ailleurs, les reliefs méridionaux (SEBAA - CHIOUKH, TESSALA, MONTES DE TLEMCEM) ont une influence favorable en entravant l'arrivée des vents continentaux secs et chauds du Sud (SIROCCO).

La répartition moyenne des précipitations se présente comme suit :

- Le long du littoral une moyenne de 300 mm/an
- Les plaines sublittoral de 400 à 500 mm/an
- Les hauteurs de Tessala plus de 500 mm/an

Nous avons utilisé les données climatologiques des stations d'Ain Témouchent et de Béni Saf. [4]

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	10.8	11.5	13.2	15.1	17.9	21.5	24.9	25.7	22.8	19.2	14.7	11.8
Température minimale moyenne (°C)	6.8	7.2	9.1	10.7	13.9	17.3	20.4	21.2	18.5	15.1	10.8	7.2
Température maximale (°C)	14.9	15.9	17.3	19.6	22.7	25.7	29.4	30.2	27.2	23.4	18.6	16.5
Précipitations (mm)	62	66	51	49	37	14	1	3	15	42	71	74

Tableau 2: Tableau climatique d'Ain Témouchent. [7]

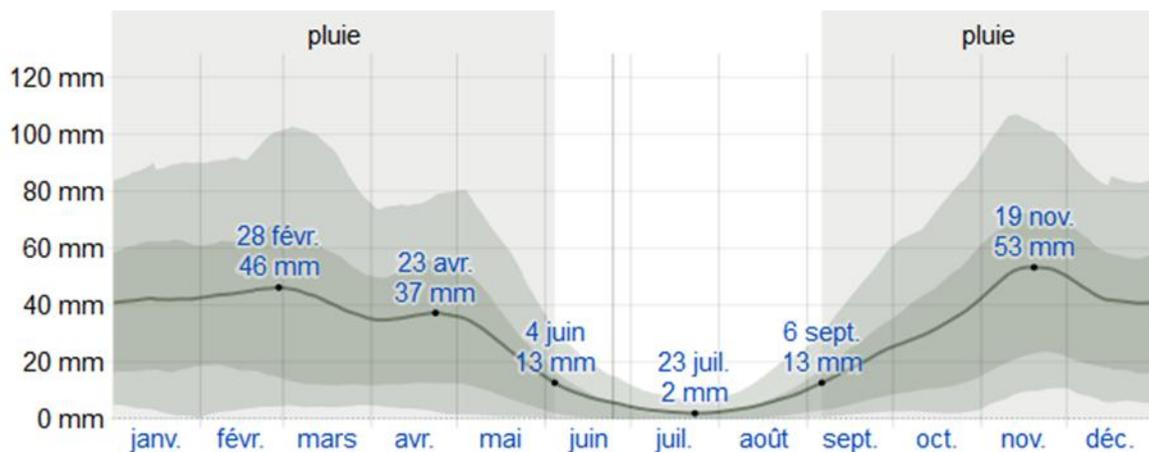
Une différence de 73 mm est enregistrée entre le mois le plus sec et le mois le plus humide. 14.9 °C de variation sont affichés sur l'ensemble de l'année. [7]

### **b)-Pluie :**

Pour montrer la variation au cours des mois et pas seulement les totaux mensuels, nous montrons l'accumulation de pluie au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur chaque jour de l'année. Ain Témouchent connaît des variations saisonnières considérables en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles.

La période pluvieuse de l'année dure 9,0 mois, du 6 septembre au 4 juin, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres sur une période glissante de 31 jours. La plus grande accumulation de pluie a lieu au cours des 31 jours centrés aux alentours du 19 novembre, avec une accumulation totale moyenne de 53 millimètres.

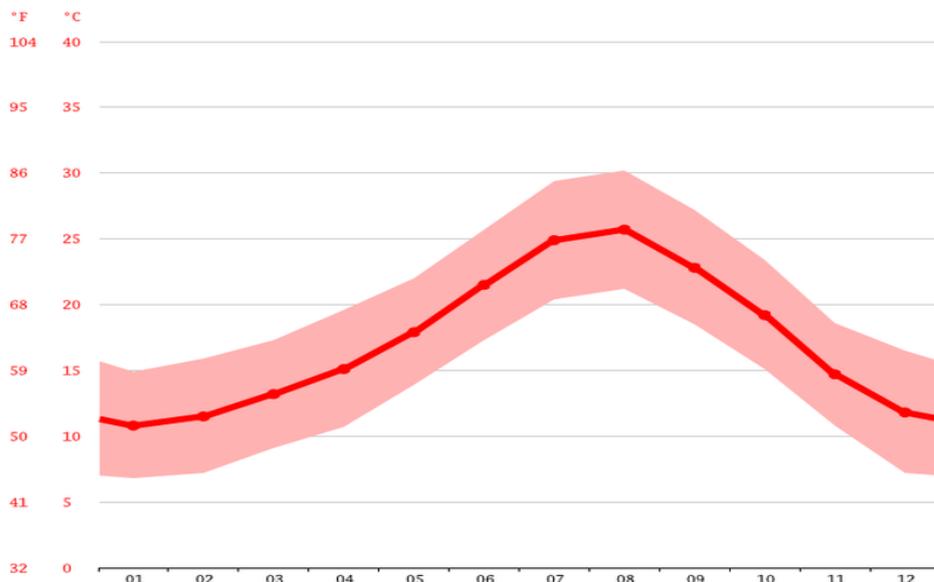
La période sèche de l'année dure 3,0 mois, du 4 juin au 6 septembre. La plus petite accumulation de pluie a lieu aux alentours du 23 juillet, avec une accumulation totale moyenne de 2 millimètre. [8]



**Figure 3: Pluviométrie mensuelle moyenne. [8]**

La quantité de pluie moyenne (ligne continue) accumulée au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur le jour en question, avec bandes du 25e au 75 percentile et du 10e au 90e percentile. La fine ligne pointillée représente la chute de neige moyenne mesurée en eau correspondant. [8]

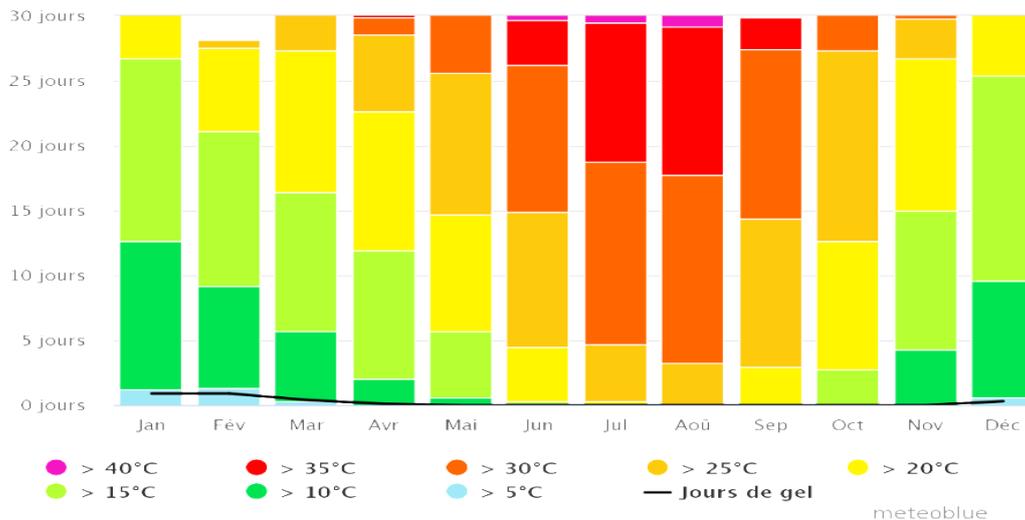
**c)-Température :**



**Figure 4: Courbe température d'ain temouchent. [7]**

Aout est le mois le plus chaud de l'année. La température moyenne est de 25.7 °C à cette période. Au mois de Janvier, la température moyenne est de 10.8 °C. Janvier est de ce fait le mois le plus froid de l'année. [7]

**La température maximale :**



**Figure 5: La température maximale à Ain Témouchent. [9]**

Le diagramme de la température maximale à Ain Témouchent montre le nombre de jours par mois qui atteignent certaines températures. [9]

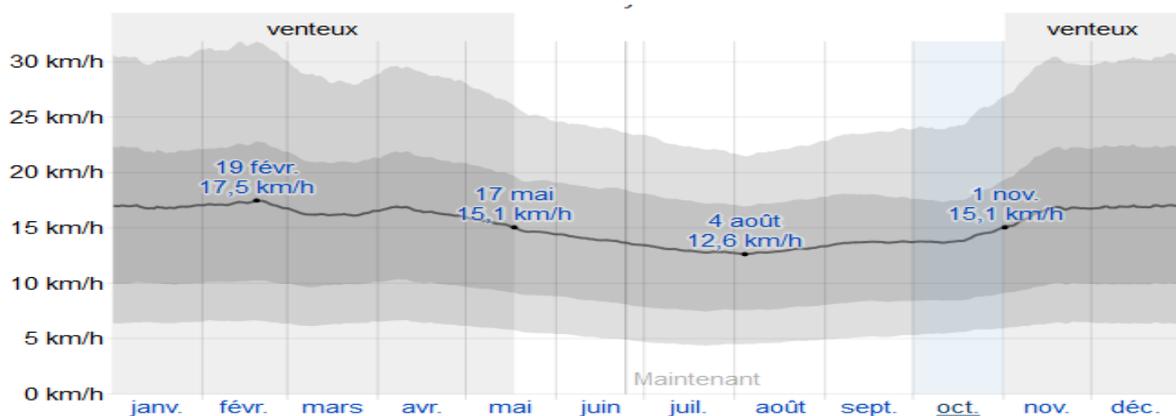
#### d)-Vent :

Cette section traite du vecteur vent moyen horaire étendu (vitesse et direction) à 10 mètres au-dessus du sol. Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, et la vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires.

La vitesse horaire moyenne du vent à Ain Témouchent connaît une variation saisonnière considérable au cours de l'année.

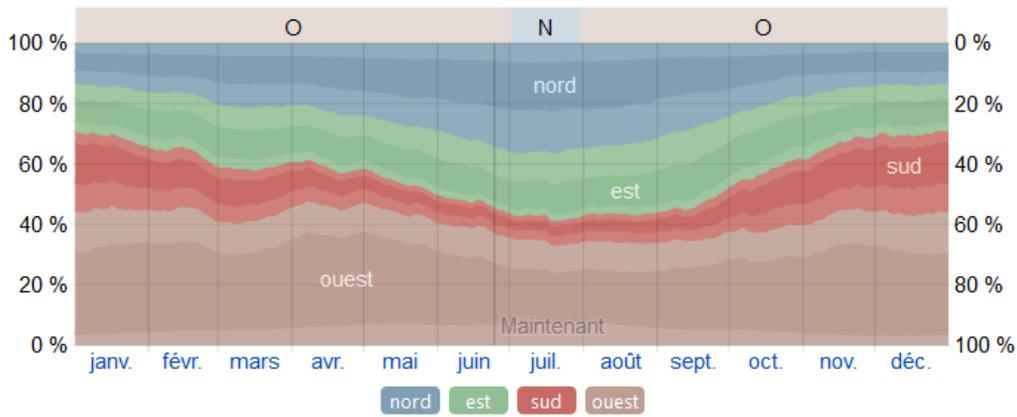
La période la plus venteuse de l'année dure 6,5 mois, du 1 novembre au 17 mai, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 15,1 kilomètres par heure. Le jour le plus venteux de l'année est le 19 février, avec une vitesse moyenne du vent de 17,5 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 5,5 mois, du 17 mai au 1 novembre. Le jour le plus calme de l'année est le 4 août, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 12,6 kilomètres par heure. [8]



**Figure 6: Vitesse moyenne du vent. [8]**

La moyenne des vitesses des vents moyens horaires (ligne gris foncé), avec bandes du 25e aux 75e percentiles et du 10e au 90e percentile.



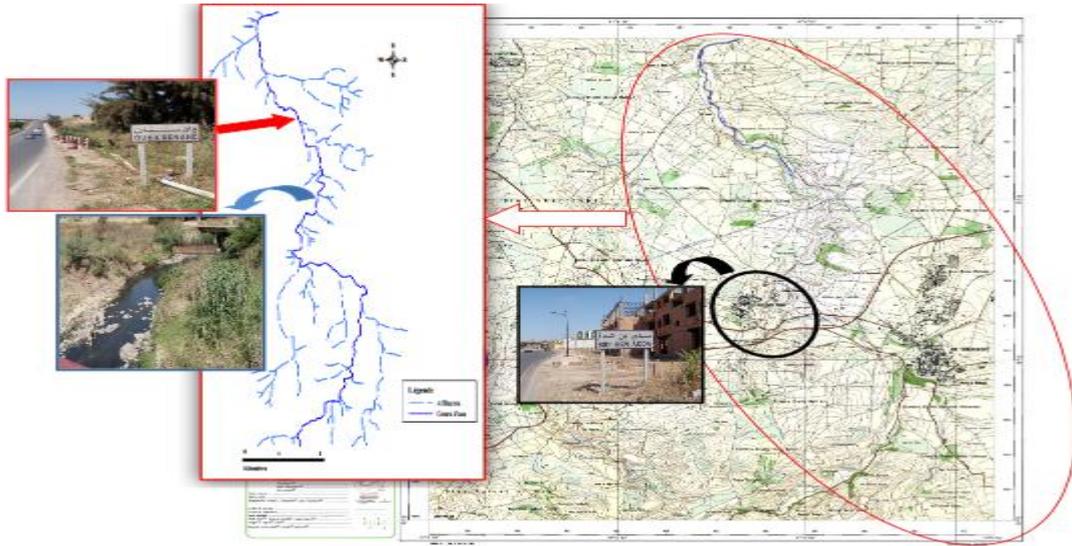
**Figure 7: Direction du vent. [8]**

Le pourcentage d'heures durant lesquelles la direction du vent moyen provient de chacun des quatre points cardinaux, excepté les heures au cours desquelles la vitesse du vent moyen est inférieure à 1,6 km/h. Les zones légèrement colorées au niveau des limites représentent le pourcentage d'heures passées dans les directions intermédiaires correspondantes (nord-est, sud-est, sud-ouest et nord-ouest) [8]

### **I.5 Contexte hydrogéologique :**

Le réseau hydrographique est marqué par une indigence. Les importants axes hydrographiques traversant la commune de Sidi Benadda, ainsi que notre périmètre étude sont : [10]

- Oued Sennane prend sa source dans les monts de Tessala au Sud, pour s'orienter vers le Nord. Son cours est parallèle à la RN2 au Sud-Est passant à la limite de l'agglomération d'Ain-Temouchent. A la sortie de cette agglomération, il prend une direction Ouest vers Sidi Benadda pour se revenir ensuite vers le Nord pour rejoindre l'Oued El Malah avant de se jeter à la mer au niveau de la plage de Terga .
- Oued Chaabat. Plusieurs autres Chaabat traversent la commune avant d'aller rejoindre l'Oued Sennane accentuant ainsi la topographie très accidentée de la commune. [10]



**Figure 8: Réseau hydrographique. [10]**

### **I.6 Sismicité de la région :**

La sismicité est un phénomène qui caractérise la région comme la plupart des régions du tell, notamment sa grange littorale soumise au degré d'aléas sismique le plus élevé.

La synthèse des résultats est études géotechnique effectuées par les différents laboratoires dans plusieurs zones confirme l'hétérogénéité des sols et la recommandation de recouvrir souvent au radier général comme type de fondation dans toute la zone.

Un autre risque qui mérite d'être signalé concerne la nature de sols de moyenne portance qui peut être à l'origine phénomène d'affaissement de terrain lié à la présence de formation tendre sur des profondeurs allant jusqu'à dix mètres qui s'incrument sous des formation dures. Soumises à des mouvements des terrains peuvent être à l'origine d'un déplacement. Un zoning sismique actualisé a été établi par le Règlement Parasismique Algérien (R.P.A 2003) suite au séisme du 21 Mai 2003 qui a touché la région de Boumerdes et ses environs. Le territoire national a été subdivisé en cinq zones de sismicité croissante (Voir carte de zoning sismique ci-après), soit :

- **Zone 0** : Sismicité négligeable.
- **Zone I** : Sismicité faible.
- **Zone IIa et IIb** : Sismicité moyenne.
- **Zone III** : Sismicité élevée. [6]

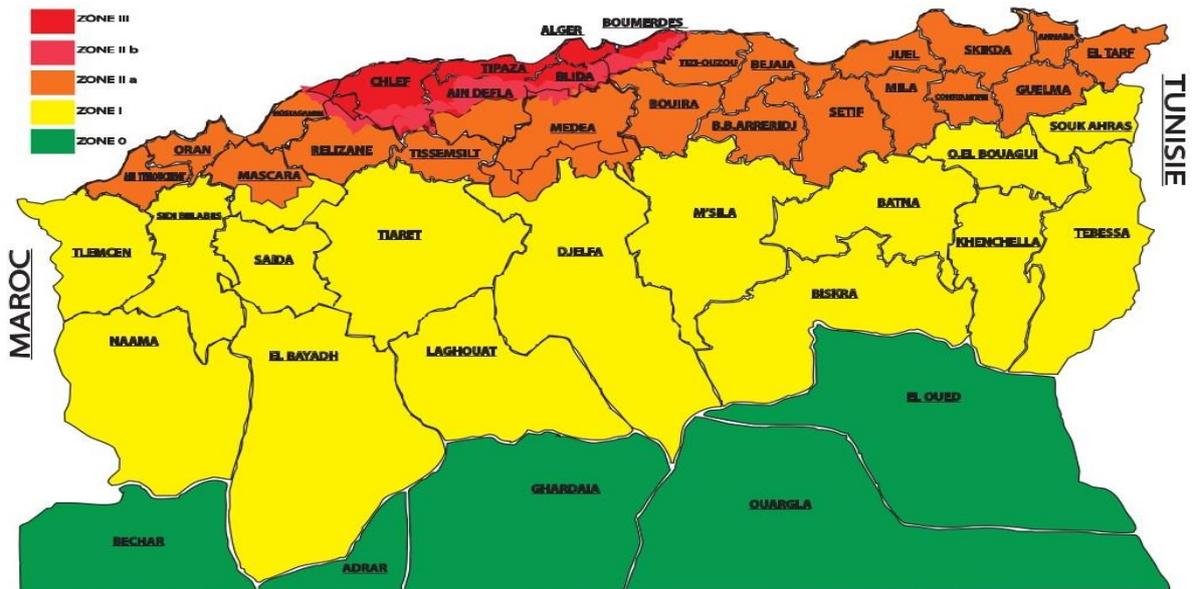


Figure 9: Carte de zoning sismique (Règlement parasismique algérien). [6]

- Séisme d'Ain Témouchent du 22 décembre 1999 : ce séisme de magnitude ( $M_w = 5.7$ ) c'est produit à Ain Témouchent située 70 km à l'Ouest de la ville d'Oran. [11]

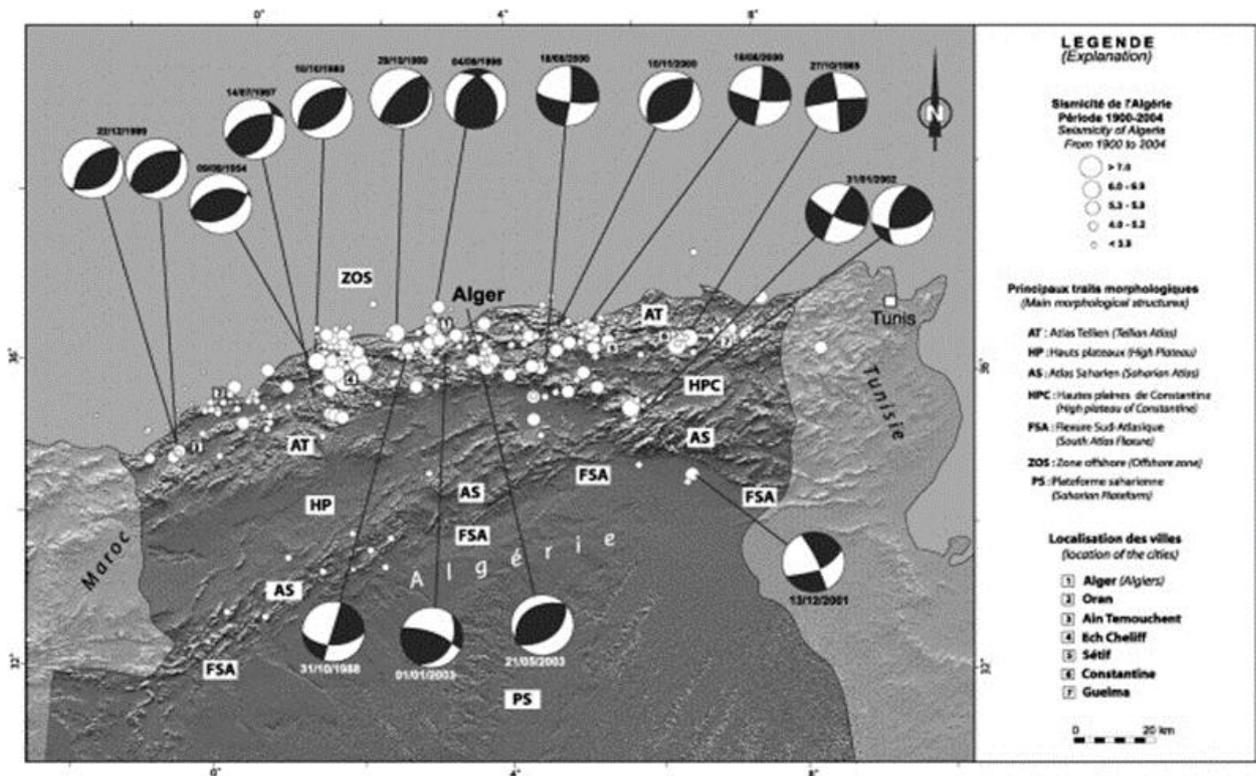
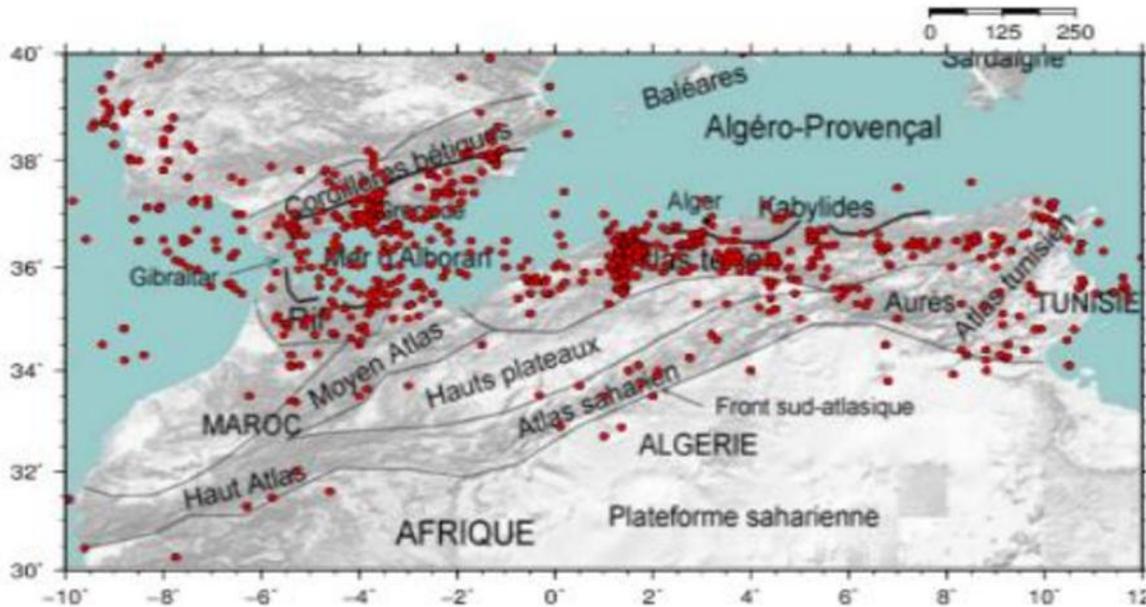


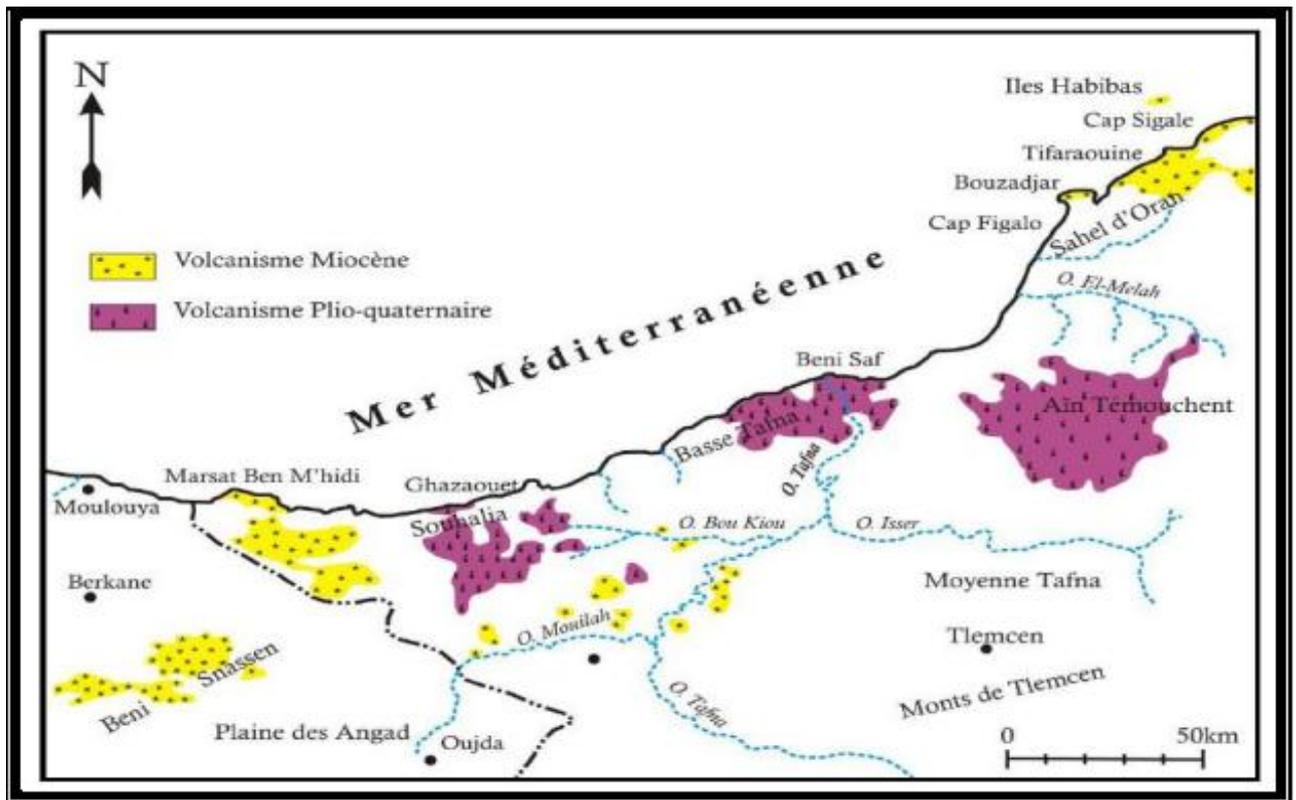
Figure 10 : Sismicité et mécanismes au foyer du Nord de l'Algérie. [13]



**Figure 11: sismicité enregistrée entre 2003 et 2015 dont les magnitudes sont supérieures à 4. [14]**

### **I.7 Activité volcanique :**

Le massif d'Ain Témouchent se situe à environ 70 Km au Sud-Ouest de la ville d'Oran. Le volcanisme d'Ain Témouchent couvre une superficie de 350 Km<sup>2</sup>. Les produits émis ont atteint les alentours de Chaâbat Laham, au Nord, le Douar Chentouf à l'Est, Ain Tolba et Ain Kihal au Sud et les environs de Sidi Safi à l'Ouest. Le volcanisme de la région d'Ain Témouchent se caractérise par son jeune âge car il s'est manifesté pendant le Quaternaire entre -1.28 et -0.82 Ma. Les émissions volcaniques varient entre des laves associées le plus souvent à des brèches volcaniques et du volcano-sédimentaires. Les coulées émises reposent sur un substratum représenté par des sédiments Néogènes du deuxième cycle post-nappes. Aux environs du Djebel Dzioua, de Koudiat Berbous et de Sidi Ben Adda, les produits éruptifs recouvrent des récifs coralliens d'âge Messinien. Les gisements volcaniques les plus méridionaux reposent sur des formations marno-gréseuses d'âge Miocène. Ce vaste massif contient près de 22 appareils volcaniques. [11]



**Figure 12: Position stratigraphique et âge du volcanisme en Oranie nord-occidentale**

[11]

### **I.8 Conclusion :**

Ain temouchent occupe une situation privilégiée en raison de sa proximité de trois grandes villes de l'Ouest de l'Algérie : ORAN, Sidi Bel Abbes et Tlemcen. Grâce à cette position de carrefour, au terroir fertile qui l'entoure, la ville a pu se développer rapidement, dans ses limites administratives, elle s'étend sur 2376 km<sup>2</sup>. Le tourisme de la région se caractérise essentiellement par une vocation balnéaire et thermale, en effet sa façade côtière longue de 80 km est un pôle touristique de dimension nationale et même internationale, la population de la wilaya en 2014 est de 405116 habitants, soit une densité de 170 habitants par km<sup>2</sup>. La région d'Ain temouchent est caractérisée par un réseau hydrographique dense, en période de crues ces oueds constituent un risque majeur pour les routes les terres agricoles d'un haut rendement agricole, ainsi que les habitations limitrophes des oueds depuis 2008, le réseau hydrographique de la wilaya d'Ain temouchent, ainsi, il a été réalisé 24 aménagements d'oueds pour un investissement public de plus de deux milliards de dinars, les oueds traversant les villes qui ont subi les grands aménagements, à l'instar des cours d'Ain temouchent, Chaabat Ellahm, El malah, Ain laraba, Oued sebbah, Tamazzoura, Ain kihal, Aghlal, Émir abdelkader, Béni saf, Ain tolba, Khedaida (DRE2013). Cependant dans la

plupart des cas, les aménagements une fois réalisés, n'ont droit de travaux d'entretien de maintenance, pour être précis, les cas les plus frappants sont les oueds qui sont transformés en décharges sauvages, et les lits d'oueds dont pousser une végétation dense et pérenne comme le croisier. Gérer ces problématiques d'inondations : c'est la bonne connaissance des informations multiples sur la région et le réseau hydrographique, mais avec l'augmentation du taux d'information l'analyse et la pris de décision devient difficile qu'avant, chaque organisme (DRE.CTH.ONA. ABH. ....) à sa façon de présenté les données avec échelles différents supports différents, datations différentes, logiciels différents. A cette effet il est intéressant de construire un système d'information du réseau hydrographique, pour faciliter la gestion et rendre l'analyse des données plus simple et plus rapide.

# **Chapitre II :**

## Le phénomène des Inondations

## **Chapitre II : le phénomène des Inondations**

### **II.1 Introduction :**

Les inondations sont le danger naturel qui survient le plus fréquemment au Canada, et elles sont les plus coûteuses en ce qui a trait aux dommages matériels. Les inondations peuvent survenir dans toutes les régions, rurales ou urbaines. Jusqu'à maintenant, des centaines de milliers de Canadiens ont été affectés par des inondations. Elles peuvent se produire à tout moment de l'année et sont le plus souvent causées par une pluie torrentielle, une fonte rapide d'un manteau neigeux épais, des embâcles ou, plus rarement, par la défectuosité d'un barrage naturel ou construit par l'homme. Toutes les rivières canadiennes inondent la terre à un moment donné. La possibilité d'inondation est particulièrement élevée dans les terres basses inondables qui sont défrichées. Une crue soudaine, qui laisse très peu de temps pour avertir la population, peut-être causée par des ouragans, des tempêtes violentes, des tsunamis ou la rupture de barrages. Bien que tous les ordres du gouvernement s'efforcent d'atténuer les répercussions des inondations, les particuliers jouent également un rôle important. Nous sommes tous responsables de protéger nos foyers et nos familles. [12]

### **II.2 Définition du phénomène :**

L'inondation peut-être définie comme "un phénomène de submersion temporaire, naturelle ou artificielle, d'un espace terrestre". Face au danger réel ou potentiel, l'enjeu est donc de définir, avec le plus de précision possible, l'étendue des périmètres inondés, en vue d'intégrer l'aléa dans notre mode d'habiter l'espace. La mise en carte est l'une des démarches privilégiées pour assurer un inventaire des espaces à risque et conduire une politique de prévention ancrée sur la sensibilisation des habitants. [13]



**Figure 13: Inondation (exemple1).** [14]

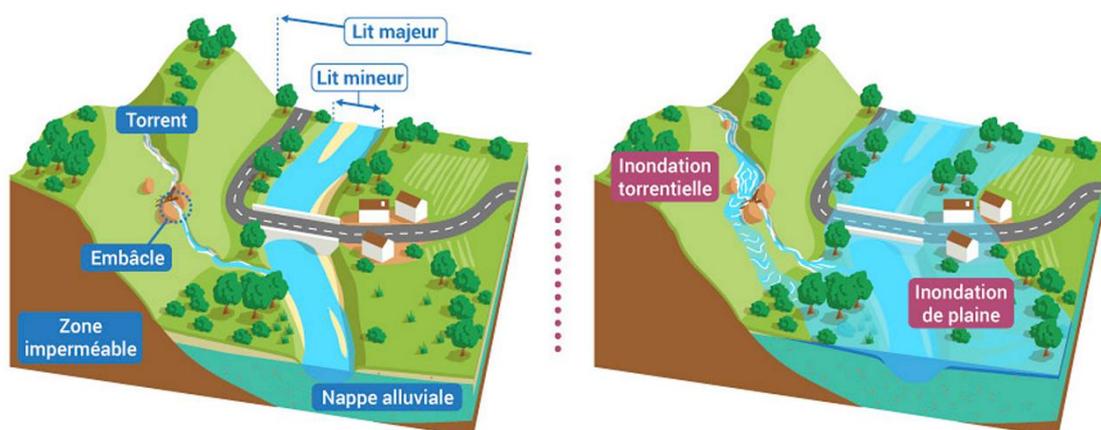


**Figure 13: Inondation (exemple2).** [16]

### **II.3 Différents types d'inondations**

#### **a)- le débordement de cours d'eau:**

Lors d'une crue provoquée des inondations qui apparaissent en quelques jours, voire quelques heures, et durent généralement d'une journée à plusieurs semaines. Les zones touchées se situent dans la vallée de la rivière ou du fleuve : ce sont des inondations de plaine. Elles résultent de pluies importantes dans le bassin versant, qui se cumulent parfois avec la fonte des neiges sur les reliefs. Ces inondations interviennent surtout au printemps, ainsi qu'en automne et en hiver (en savoir plus sur les cours d'eau), lorsque l'influence cumulée des pluies sur le débit des rivières est forte, en raison d'une faible évapotranspiration (en savoir plus sur les pluies efficaces). [14]



**Figure 14: Inondation par le débordement de cours d'eau.** [14]

**b)-Ruissellement en secteur urbain :**

En secteur urbain, des orages intenses (plusieurs centimètres de pluie par heure) peuvent occasionner un très fort ruissellement (peu d'infiltration à cause des terrains devenus imperméables car goudronnés), qui va saturer les capacités du réseau d'évacuation des eaux pluviales et conduire à des inondations aux points bas (exemple: Nîmes, 1988). C'est un phénomène extrêmement localisé, intense, rapide et éphémère mais les eaux accumulées dans les points bas peuvent stagner plus long temps .Ce phénomène s'observe dans le cas de configurations particulières: versants à forte pente et/ou très imperméabilisés, petits cours d'eau très artificialisés, réseau d'assainissement sous-dimensionné et/ou topographie plane ou en cuvette, sol gelé. [15]



**Figure 15: Inondation par ruissellement.** [14]

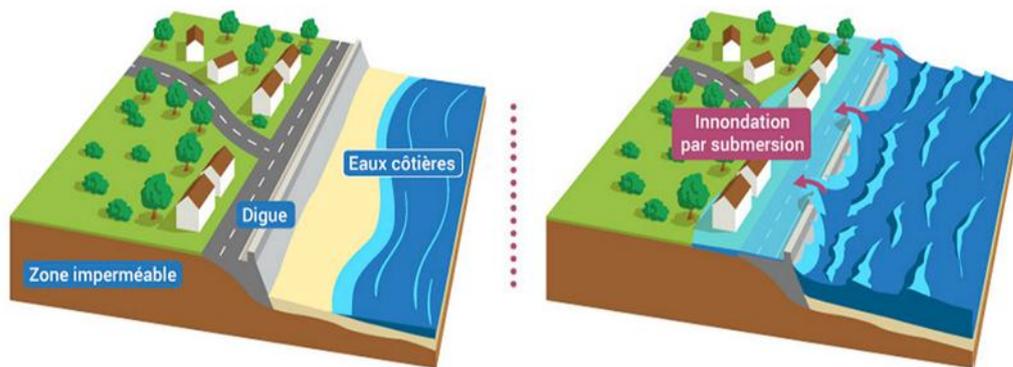
**c)-L'inondation par submersion marine :**

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer lors de conditions météorologiques et océaniques défavorables (basses pressions atmosphériques et fort vent d'afflux agissant, pour les mers à marée, lors d'une pleine mer) ; elles peuvent durer de quelques heures à quelques jours.

On distingue trois modes de submersion marine :

- submersion par débordement, lorsque le niveau marin est supérieur à la cote de crête des ouvrages ou du terrain naturel,

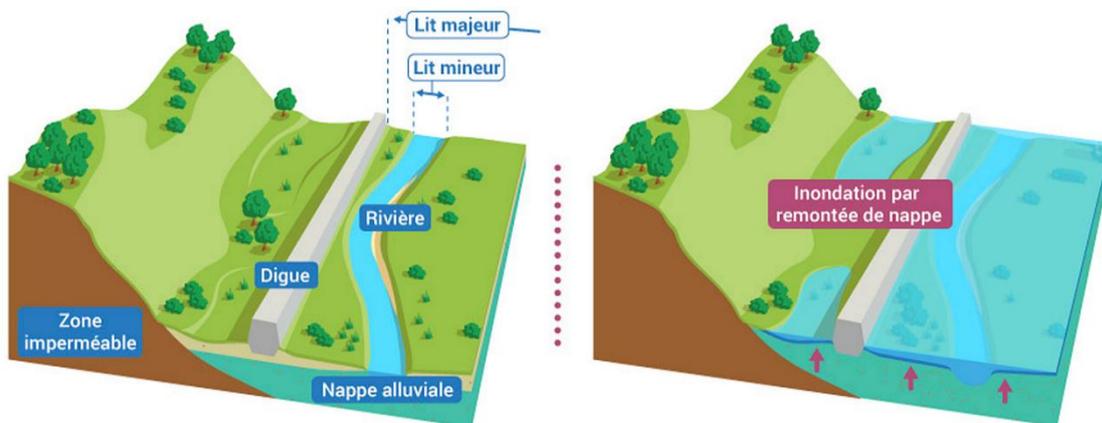
- submersion par franchissements de paquets de mer liés aux vagues, lorsque après déferlement de la houle, les paquets de mer dépassent la cote de crête des ouvrages ou du terrain naturel,
- submersion par rupture du système de protection, lorsque les terrains situés en arrière sont en dessous du niveau marin : défaillance d'un ouvrage de protection ou formation de brèche dans un cordon naturel, suite à l'attaque de la houle (énergie libérée lors du déferlement), au mauvais entretien d'un ouvrage, à une érosion chronique intensive, au phénomène de surverse, à un déséquilibre sédimentaire du cordon naturel, etc. [16]



**Figure 16: Inondation par submersion.** [14]

**d)-Les inondations par remontée de nappe :**

Lorsque plusieurs années humides se succèdent, le niveau d'étiage de la nappe peut devenir plus haut chaque année ; la recharge naturelle annuelle de la nappe par les pluies est plus importante que sa vidange vers les exutoires naturels. Le niveau de la nappe peut alors



atteindre la surface du sol. La zone non saturée est alors totalement envahie par l'eau lors de

la montée du niveau de la nappe : c'est l'inondation par remontée de nappe. Ce phénomène très lent peut durer plusieurs mois. [17]

**Figure 17: Inondation par remontée de nappe. [14]**

**II.4 Les causes et les origines des inondations :**

Elles sont causées par plusieurs facteurs, dont on cite :

- Causes d'origine naturelle : elles correspondent aux phénomènes météorologiques et climatiques tels que : pluies exceptionnelles, orages violents, pluies torrentielles, fonte des neiges,...etc.

- Causes d'origine humaine directe : elles consistent dans la modification du système fluvial des cours d'eau ou de leurs caractéristiques morphologiques (largeur, longueur, pente, etc.) par la construction d'ouvrages hydrauliques, le drainage, l'irrigation, la dégradation des sols et l'agriculture intensive (accélère le ruissellement et limite l'infiltration).

- Causes d'origine humaine indirecte : elles consistent dans la modification du système fluvial des cours d'eau ou de leurs caractéristiques morphologiques (largeur, longueur, pente, etc.) par la construction d'ouvrages hydrauliques, le drainage, l'irrigation, la dégradation des sols et l'agriculture intensive (accélère le ruissellement et limite l'infiltration).

- Causes d'origine humaine indirecte : elles sont liées à la pollution et le réchauffement climatique qui ont modifié les conditions climatiques du monde entier. L'émission de gaz à effet de serre provoque la fonte des glaciers des pôles (nord et sud), ceci entraîne la montée du niveau des océans et des cours d'eau ainsi que la procréation de cyclones d'intensité importante. [18]

**II.5 Explication du phénomène :**

Les zones inondables sont soumises à différents types d'inondation, dont les caractéristiques influencent le déroulement des crises et l'ampleur des impacts humains et économiques. Le risque n'est pas le même sur les différents territoires exposés puisque ni l'aléa ni la vulnérabilité sont les mêmes ; les crues surviennent de manière plutôt lente sur les bassins plats alors qu'elles se produisent de manière extrêmement rapide et brutale sur les bassins pentus. Aussi les inondations ne provoquaient pas de catastrophes susceptibles de marquer les esprits si les zones inondables n'étaient pas ou peu occupées par l'homme. [19]

**Les crues** : Sont des phénomènes naturels faisant parties intégrantes du régime naturel des cours d'eau, où périodes sèches (étiage) et humides s'alternent. Elles constituent le véritable moteur de la dynamique fluviale et sont indispensables à la « Vie » d'un fleuve, qu'elles façonnent (érosion, déplacement de matériaux). Elles ont un rôle régulateur : lors d'une crue, les eaux « s'étalent » dans la plaine alluviale, ralentissant ainsi le débit des cours d'eau, et peuvent par la suite contribuer à la recharge des nappes alluviales en s'infiltrant. Elles ont également un rôle épurateur et sont très importantes pour le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Les apports de nutriments (matières organiques et minérales) générés par les crues, de l'amont vers l'aval (jusqu'aux zones marines) mais également dans les plaines inondables (lit majeur du cours d'eau), conditionnent la survie de nombreuses espèces aquatiques et marines.

Les crues favorisent également la reproduction (en mettant en eau les frayères), le déplacement des différentes espèces aquatiques, en diversifiant les habitats naturels (zones humides, ...). Elles constituent un important vecteur d'échanges de nutriments et d'organismes, et conditionnent alors également certaines activités humaines comme la pêche et l'agriculture (fertilisation des sols).

Les crues ne résultent pas seulement de phénomène de surface (pluies abondantes, ruissellement...). Le sous-sol et les nappes souterraines jouent également un rôle essentiel dans le déclenchement des crues et des inondations (porosité et état de surface des sols au moment des pluies, saturation de la nappe alluviale...).

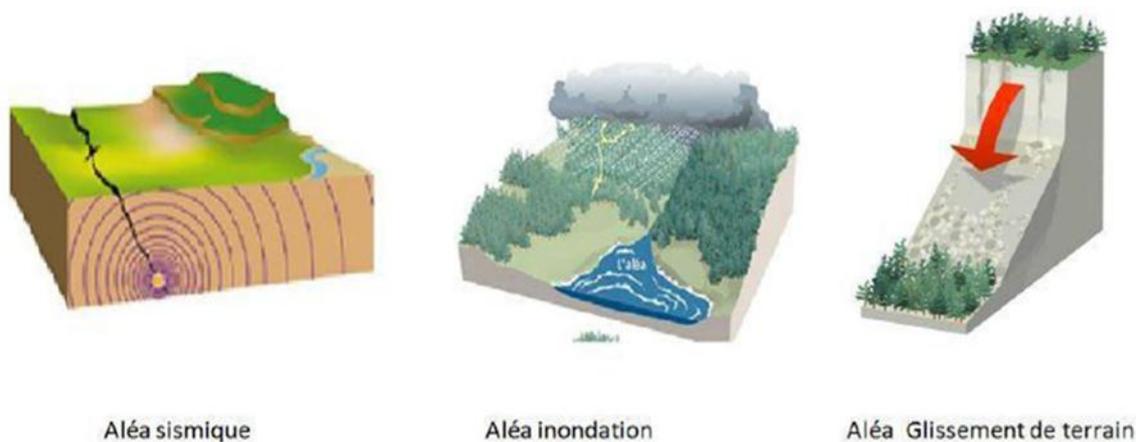
Les crues peuvent néanmoins avoir des **conséquences néfastes sur les activités et populations riveraines** (dégâts physiques voire corporels) et impliquent de forts enjeux sécuritaires pour les zones les plus exposées. [20]

**La vulnérabilité** : La vulnérabilité de l'occupation des sols aux inondations traduit le fait que les dommages économiques directs et indirects, et plus au moins sévères, apparaissent lorsque l'eau inonde une parcelle. De façon classique, des courbes de dommages qui relient entre eux les paramètres de profondeur d'eau et le coût des dommages correspondants peuvent être construites d'une manière classique. La vulnérabilité se définit dans le même espace que l'aléa, à savoir en termes de profondeur, durée et période de retour (h, d, T). [19]

**L'aléa** : L'aléa, doit être défini par l'intensité d'un évènement combiné à son occurrence (période de retour +/- longue).

- L'intensité traduit l'importance d'un phénomène qui peut être mesuré (hauteur d'eau pour une inondation) ou estimé (durée et/ou étendue de la zone de submersion).
- La probabilité d'occurrence dépend de facteurs déclenchants naturels ou anthropiques. On peut l'estimer qualitativement (Faible, Moyenne, Elevée) ou quantitativement (période de retour de 25 ans, 50 ans, 100 ans).

Cet outil s'applique à la planification d'une région: il faudra éviter de placer des activités vulnérables et critiques dans des zones d'aléas forts pour ne pas les exposer à un risque. C'est ce même principe de précaution qui s'applique dans l'octroi des permis avec consultation préalable des cartes d'aléas naturels. [21]



**Figure 18: Type d'aléa.** [21]

#### **a)-Genèse des crues et des inondations :**

Les termes de crues et d'inondations reflètent un phénomène multiforme. Les crues terme hydrologique, désigne le dépassement d'une certaine hauteur par un cours d'eau. Cette hauteur d'eau peut être qualifiée en fonction de sa durée de retour ; par exemple une crue décennale est une hauteur d'eau qui a une chance sur 10 de se produire chaque année. Le terme inondation est plutôt topographique ou géomorphologique. Il désigne le débordement d'un cours d'eau de son lit mineur, mais aussi le remplissage d'une cuvette topographique par les eaux de ruissellement local. Ce type d'inondations pluviales se distingue par la vitesse, le volume écoulé et la hauteur d'eau. [22]

#### **b)-Types des crues :**

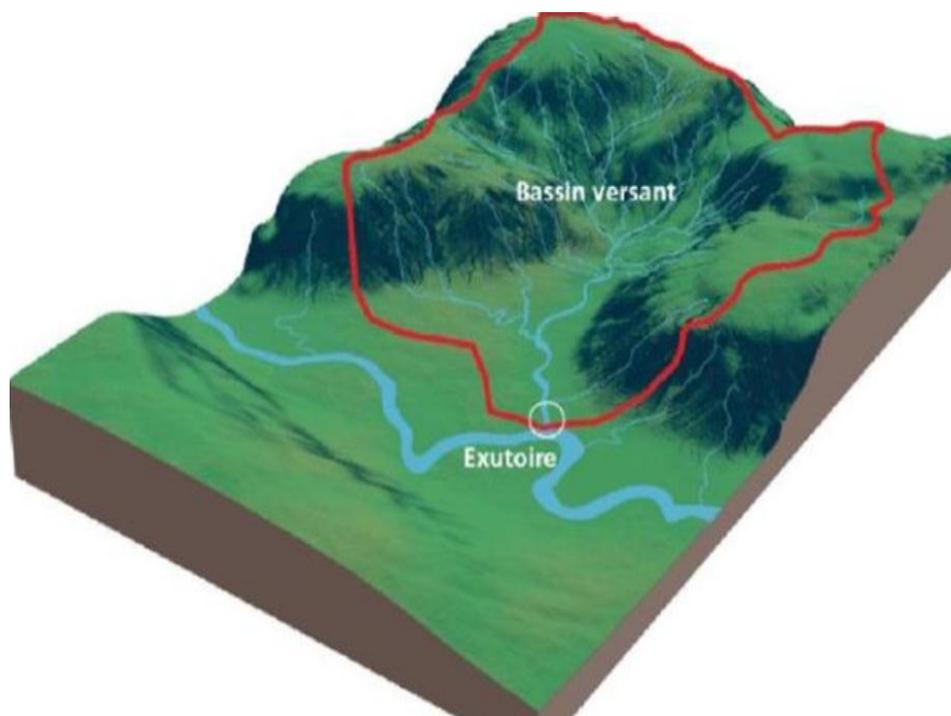
**b-1-Les crues torrentielles:** ces phénomènes se rencontrent majoritairement en zone montagneuse ou méditerranéenne (épisodes Cévennols), mais également sur des petits bassins (gorges, vallées étroites...) à forte pente et forte capacité de ruissellement, provoquant

une concentration rapide des eaux de pluie dans le cours d'eau. Ce sont des crues brutales et violentes qui surviennent après de forts épisodes pluvio-orageux. Sur le bassin du Lot, ces phénomènes peuvent se produire sur la partie amont du bassin, principalement en Lozère, ou sur le bassin du Célé.

**b-2- Les crues de plaine :** le cours d'eau sort de son lit mineur lentement et peut inonder la plaine pendant une période relativement longue. Les hauteurs d'eau atteintes peuvent être très importantes, le cours d'eau allant occuper son lit moyen et éventuellement son lit majeur. Elles se produisent essentiellement sur le Lot, où les débits peuvent dépasser  $3000 \text{ m}^3/\text{s}$  voire  $4000 \text{ m}^3/\text{s}$  pour les crues centennales dans la partie moyenne et aval du bassin. [23]

**b-3- Les crues éclairs :** Les crues brutales, soudaines ou encore qualifiées d'éclair sont dues à des pluies orageuses très violentes et localisées. Elles sont caractérisées par une montée des eaux très rapide et se manifestent sur des bassins versants de taille modérée, de quelques  $\text{km}^2$  à la centaine de  $\text{km}^2$ .

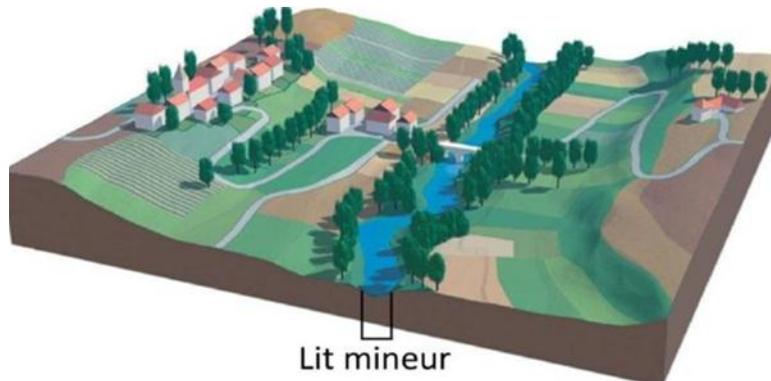
Sur les plus petits bassins versants, l'eau se concentre encore plus rapidement. Un ruisseau peut donc monter de plusieurs mètres et déborder violemment en quelques minutes seulement ! [24]



**Figure 19: Bassin versant.** [24]

**c)-Lits du cours d'eau :** Le lit d'une rivière est façonné par les eaux qu'il transporte on conçoit que ses dimensions soient liées aux régimes hydrologiques.

**c-1-Lit mineur :** Est constitué par le lit ordinaire du cours d'eau, pour le débit d'étiage ou pour les crues fréquentes (crues annuelles). [25]



**Figure 20: Lit mineur d'un cours d'eau .** [25]

**c-2-Lit moyen :** Il correspond à l'espace fluvial généralement occupé par la ripisylve (C'est la formation végétale naturelle située sur la rive. Elle peut être une véritable forêt alluviale s'étendant sur plusieurs dizaines ou centaines de mètres de part et d'autre du lit mineur). [25]



**Figure 21: Lit moyen d'un cours d'eau .** [25]

**c-3- Lit majeur :** Comprend les zones basses situées de part et d'autre du lit mineur, sur une distance qui va de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Sa limite est celle des crues exceptionnelles.



**Figure 22: Lit majeur d'un cours d'eau [25].**

Le lit majeur partie intégrante de la rivière ; si en s'y implantant, on s'installe donc dans la rivière elle-même. Cet espace (lit majeur) occupé par un cours d'eau lors d'une inondation peut -être partagé en deux zones :

\*Une zone d'écoulement, au voisinage du lit mineur.

\*Une zone de stockage des eaux, où la vitesse est faible. [25]

#### **c-4-Rive, berge :**

La berge est le talus incliné qui sépare le lit mineur et le lit majeur. Tandis que la rive est le milieu géographique qui sépare les milieux aquatique et terrestre. Elle démarre au sommet de la berge et constitue une partie plate plus ou moins étendue qui reste sous l'influence du milieu aquatique. [25]

**c-5-Ripisylve :** C'est la formation végétale naturelle située sur la rive. Elle peut être une véritable forêt alluviale s'étendant sur plusieurs dizaines ou centaines de mètres de part et d'autre du lit mineur. Le rôle de la Ripisylve sur les crues peut être important ; lorsqu'elle occupe une part significative du lit majeur. [25]

#### **d)-Connaitre un risque majeur :**

Le risque majeur se définit comme l'arrivée soudaine et inattendue d'un événement d'origine naturelle ou technologique pouvant entraîner d'énormes conséquences sur les enjeux humains, matériels et/ou environnementaux. [26]

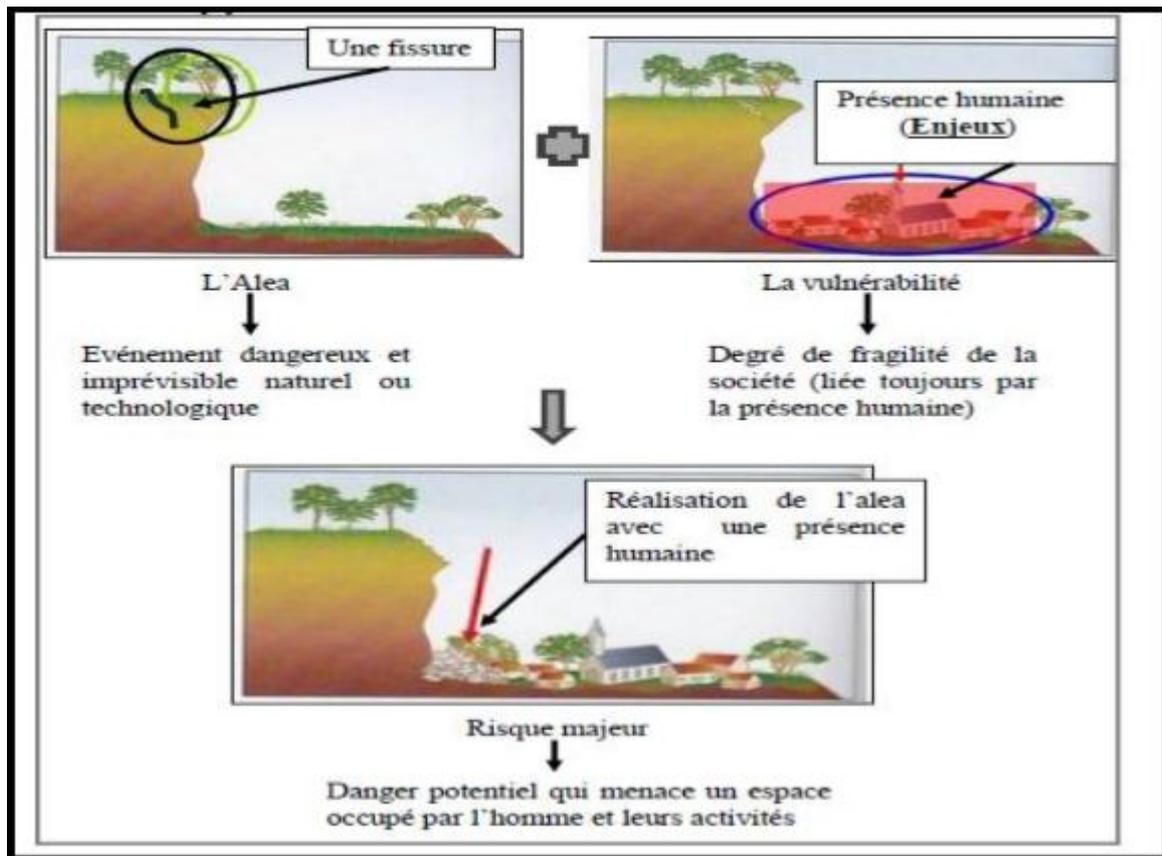


Figure 23:Risque majeur. [26]

## **II.6 Evaluation de la susceptibilité aux inondations :**

Puisque le risque d'inondation est caractérisé par l'aléa et la vulnérabilité, 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 et mesurer la valeur de l'aléa, délimiter et analyser l'importance de la vulnérabilité.

L'évaluation de la première composante l'aléa inondation bénéficie aujourd'hui de méthode bien traînées 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.

Aussi l'étude des enjeux, leur recensement précis, leur cartographie et leur hiérarchisation en fonction de leur vulnérabilité, grâce aux systèmes d'information géographique et à l'automatisation du traitement des photographies aériennes.

### a)-1-Evaluer l'aléa « inondation » et ses incertitudes :

L'aléa comme étant le concept lampe du risque, comment est-il évalué et quantifié dans le cas du risque inondation et est-ce qu'il y a des incertitudes associées ?

L'évaluation de l'aléa inondation est en quelque sorte apprécier la crue responsable de la formation de l'inondation. Cela veut dire qu'on parle de deux disciplines principales : l'hydrologie et l'hydraulique fluviale. L'hydrologie est la discipline qui permet d'obtenir les débits et leurs périodes de retour. Et l'hydraulique permet d'obtenir les hauteurs et les vitesses d'eaux correspondantes à ces débits. La combinaison de ces deux disciplines permet de joindre les périodes de retour et les vitesses d'écoulement en divers points d'un cours d'eau pour obtenir la carte des aléas .

L'évaluation de l'aléa fait l'objet de nombreux débats de la part des collectivités territoriales ou des habitants des secteurs inondables. Les experts, producteurs d'information scientifique sur le risque travaillent selon des méthodes spécifiques dont ne sont pas toujours compris du public. Le fait de livrer la cartographie au public cause la confrontation entre le savoir expert et le savoir vernaculaire.

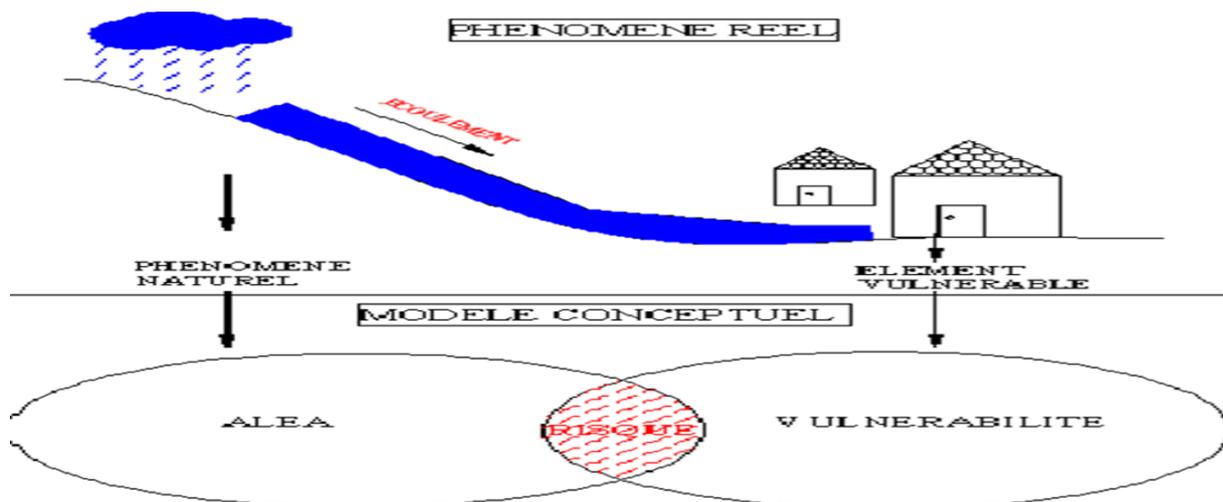


Figure 24:Model conceptuel du risque .[25]

### a)-2-Hydrologie pour estimer l'aléa :

On interpelle la science de l'hydrologie, quand on veut déterminer le débit de la crue, sa période de retours et sa durée de débordement. En hydrologie, il y a deux approches : l'approche déterministe et celle statistique. L'approche déterministe considère tous les apports et facteurs pouvant influencer le débit (pluie, neige, etc.) et les introduit dans un modèle qui estime le débit. Cette méthode n'est pas conçue pour donner une période de retour du débit

trouvé. Ce qui empêche son utilisation dans l'estimation de l'aléa inondation. 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. [25]

#### **a)-3 Hydraulique pour quantifier l'aléa :**

Une fois que l'hydrologie arrive à déterminer le débit, on fait l'appelle à l'hydraulique pour continuer l'évaluation de l'aléa. Donc on va estimer la hauteur et la vitesse de la crue responsable de l'inondation. En fonction de la rugosité du terrain, la forme de la section en travers et la pente du fond, on peut déterminer la hauteur de l'eau de l'écoulement, lorsqu'on connaît la section en travers de l'écoulement, on peut facilement calculer la vitesse de l'eau.[25]

#### **a)-4 Incertitudes dans l'évaluation de l'aléa :**

Pour évaluer la crue en cas d'inondation, un ensemble d'étude doit être opéré. A chaque étape des incertitudes apparaissent, ce qui rend complexe l'estimation de l'incertitude globale. Lorsqu'une incertitude est affichée pour la modélisation de crue, elle correspond généralement à la seule incertitude liée à l'échantillonnage. Cette incertitude affichée oublie l'incertitude de la donnée, cette dernière liée au choix du modèle statistique, et liée aux modèles hydrauliques qui reposent eux-mêmes sur des données comportant aussi des incertitudes. Et par conséquence, l'erreur globale de l'évaluation de la crue paraît bien difficile à apprécier. [25]

#### **b)-1 Evaluer la vulnérabilité :**

La prise en compte du risque d'inondation devra passer par la Valorisation des études d'évaluation de la vulnérabilité comme base à la définition des objectifs pour une gestion territorialisée de ce risque. L'évaluation de la Vulnérabilité des enjeux est en quelque sorte déterminé, identifié et quantifié. Localiser et analyser les effets dommageables de l'aléa sur les enjeux. Cela par des démarches méthodologiques permet d'évaluer la vulnérabilité. [25]

#### **b)-2 Démarches quantitatives :**

Elle se fonde sur l'élément vulnérable, il s'agit de mesurer les conséquences dommageables a priori d'un phénomène sur les enjeux. La vulnérabilité ici est conçue soit comme le pourcentage de ce qui peut être perdu en cas de sinistre, soit comme le coût économique des dommages probables. Généralement, ces méthodes couplent des modèles hydrauliques avec des relevés de l'occupation du sol, des hypothèses de valeur des biens et des courbes des dégâts. [25]

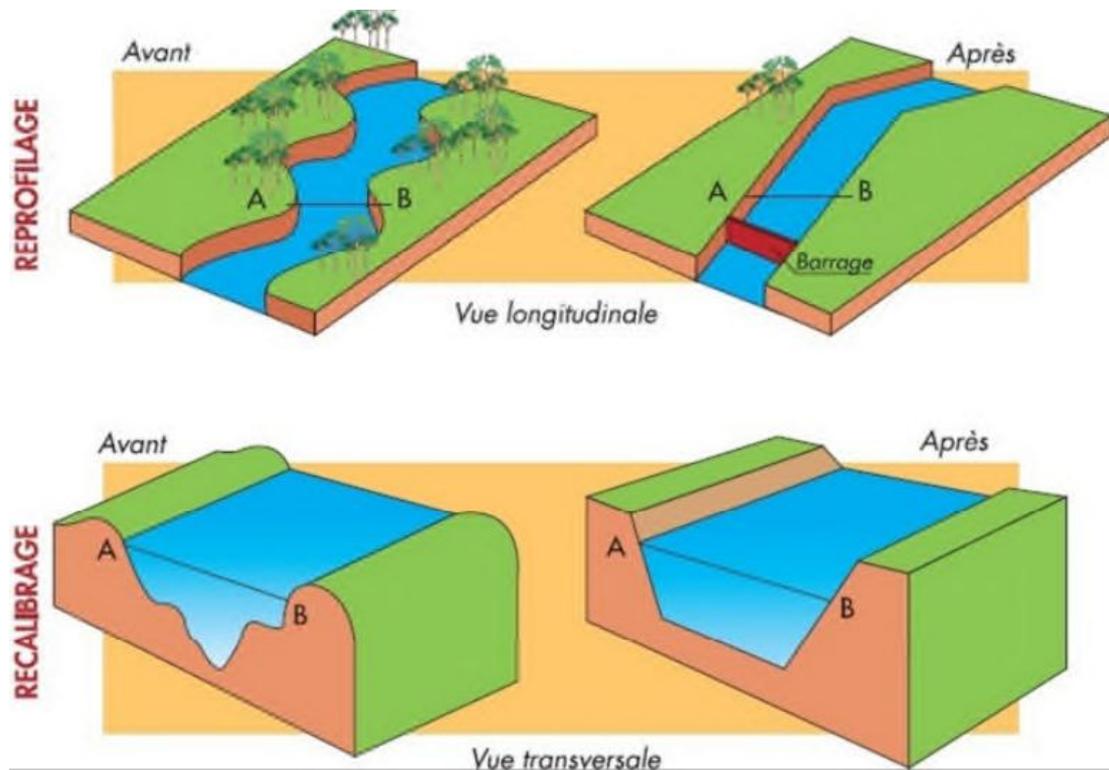


Figure 25: Recalibrage d'un cours d'eau . [25]

### **b)-3 Démarches qualitatives :**

Dans une approche qualitative, la vulnérabilité apparaît comme la tendance d'une société donnée à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel comme l'inondation. Cette propension varie selon le poids de certains facteurs qu'il est nécessaire d'identifier et d'analyser car ils induisent un certain type de réponse de la société. [25]

### **II.7 Conséquences engendrées par les inondations :**

Les inondations touchent presque tous les pays du monde avec des influences très différentes. L'aléa présente des impacts importants sur la société, les dommages qu'elle

procrée atteignent plusieurs secteurs : le secteur santé et vie, le secteur socioéconomique et le secteur environnement. [18]

Secteurs	Conséquences
<b>Santé et vie</b>	Propagations maladies infectieuses et psychologiques
	Manque d'hygiène
	Décès
	Malnutrition
<b>Socio-économique</b>	Destructions des infrastructures
	Baisse d'emploi à long terme
	Menace le développement des villes et des villages
	Migration
<b>Environnement</b>	Pertes financières
	Destructions des cultures
	Pertes animales

**Tableau 3: Résumé des conséquences.** [18]

### **II.8 Les mesures à prendre pour lutter contre les inondations :**

Peu de choses peuvent être entreprises par l'homme contre l'occurrence des grandes crues, toutefois il est possible d'en réduire les dégâts aux cultures et aux installations de la zone inondable du fleuve par diverses mesures mises en œuvre soit isolément, soit de façon combinée.

- Un premier ensemble de mesures est représenté par les moyens passifs dont dispose l'homme pour s'adapter aux inondations, en réalisant une «cohabitation paisible» avec elles.
- Un second ensemble vise à en limiter les dégâts par la régulation des débits de crue.

### **a)- L'approche passive de l'adaptation de l'homme aux inondations :**

Résumant cette approche, Hoyt et Langbein écrivent: «les inondations font tout autant partie du paysage que les collines et les vallées. Ce sont des éléments naturels avec lesquels il faut coexister, des événements qui demandent une certaine adaptation de notre part». L'un des moyens d'adaptation les plus efficaces est d'éviter le développement sans discernement d'activités et d'installations dans les zones inondables, ou en d'autres termes : contrôler «l'aménagement des zones inondables» par l'étude des risques d'inondation correspondant à divers niveaux de probabilité. On peut alors définir un zonage approprié de la zone inondable afin de s'assurer que les utilisations des diverses zones ainsi délimitées sont compatibles avec les risques d'inondation et de dégâts possibles. Pour un meilleur usage de ces zones, on peut toujours envisager des mesures complémentaires, telles que des protections particulières permettant d'exploiter certains terroirs de valeur, passibles d'inondation .Les prévisions hydrologiques et les plans d'évacuation permettent également de réduire les dégâts des crues dans des régions peu peuplées où la valeur des propriétés ne justifie pas d'autres moyens de protection et où des pertes de vies humaines peuvent être évitées grâce à une évacuation rapide. [27]

### **b)- La protection par la maîtrise des eaux :**

Pour les communautés résidant dans les zones inondables à haut risque ou lorsque le développement de ces zones justifie le coût de travaux de protection, la maîtrise des débits de crue s'avère indispensable pour réduire les dégâts à un niveau acceptable. L'élément clé de tout dispositif de contrôle consiste à s'assurer que le niveau d'eau du fleuve ne dépasse pas des cotes de sécurité prédéterminées pour éviter les submersions. Un tel contrôle doit s'appliquer également aux vitesses d'écoulement et aux dégâts qu'elles peuvent causer au lit et aux ouvrages de franchissement du cours d'eau. Dignes, murs de protection, levées ou remblais visent tous à contenir l'écoulement des crues dans les limites du lit majeur habituel .Ils jouent un rôle de barrière à la submersion des terres riveraines. Alors que les levées et les digues sont des remblais de terre protégeant de vastes étendues ,les murs de protection sont des ouvrages locaux, construits en maçonnerie ou en béton pour réduire la dimension de leur assise.

L'emplacement des levées est choisi pour assurer une section d'écoulement, telle que le flux d'eau s'écoule entre les levées avec une revanche suffisante contre l'action des vagues.

Leur écartement et leur hauteur sont liés et dépendent des conditions hydrauliques, du profil en long et de la morphologie du lit fluvial. L'une des contraintes des levées et des digues réside en la nécessité de procéder à des inspections régulières et à leur entretien systématique entre et durant les inondations.

L'amélioration de la capacité d'évacuation du lit du fleuve peut, jusqu'à un certain point, réduire les niveaux de crue: la destruction de la végétation, le dragage des seuils ou le redressement des méandres peuvent augmenter les vitesses d'écoulement et, en conséquence, réduire la hauteur des eaux. Mais la mise en œuvre de telles mesures doit faire l'objet d'études approfondies pour éviter de perturber l'équilibre ou le régime de la rivière. Les améliorations du lit et la création de levées doivent être intégrées dans un plan d'aménagement d'ensemble du cours d'eau, sinon une protection uniquement locale pourrait conduire à une aggravation des risques de dégâts en un autre point.

Les réservoirs de protection contre les crues sont des moyens efficaces pour réduire les débits de pointe dans certaines sections de cours d'eau. Un réservoir construit en amont de la zone à protéger retiendra une partie de l'écoulement de crue afin d'écarter le débit maximum à ou en-dessous d'un niveau ne présentant pas de danger de débordements ou de submersions d'ouvrages. Le choix de l'emplacement d'un tel réservoir dépend des caractéristiques de la plaine inondable qui commandent la longueur du barrage et des autres sites possibles plus encaissés à l'amont de la zone à protéger. La capacité d'un réservoir, exprimée en millimètres de lame d'eau écoulée par l'ensemble de son bassin versant, dépend du degré de protection souhaité (réduction du débit de pointe de crue).

.Le détournement des eaux de crue vers des dépressions est un autre moyen de réduire les submersions de certaines zones riveraines. De telles aires de stockage ont une double utilité dans la lutte contre les inondations. Elles emmagasinent d'abord une partie de l'eau de crue dans un réservoir ou un bassin peu profond, réduisant ainsi le débit et le niveau d'eau dans le lit principal en aval du lieu de détournement. En second lieu, les niveaux d'eau dans le fleuve en amont du point de détournement sont abaissés par rabattement. Malheureusement les possibilités d'aménagement de zones de stockage de crues sont limitées par la topographie des vallées et la disponibilité de terres de faible valeur. [27]

## **II.9 Conclusion :**

Les inondations ont plusieurs aspects, en effet, il existe différents types d'inondations : les inondations par débordement direct, les inondations par débordement indirect et les

inondations par ruissellement. Ces inondations sont déclenchées par différents facteurs tels que la quantité de pluie ou bien encore l'état des sols. Ensuite, les inondations peuvent avoir diverses conséquences : elles entraînent de nombreux dégâts, les principaux types de dégâts sont les dégâts matériels et les dégâts humains. Beaucoup d'aménagements sont détruits suite aux inondations, et de nombreuses personnes trouvent la mort. Cependant, les inondations n'ont pas que des conséquences négatives, dans certains pays, elles ont un effet bénéfique, comme en Égypte où la crue du NIL permet la fertilisation des terres et donc facilite les cultures. Enfin, de nombreuses mesures ont été prises dans le but de lutter contre les inondations comme la délimitation des zones inondables et la préservation des champs d'expansion des crues. De plus, de nombreux travaux de protection ont été réalisés par différents organismes pour faire face aux inondations. L'état est lui aussi assez actif dans ce domaine car c'est en partie lui qui prend ces mesures, il a aussi un rôle préventif envers la population.

# **Chapitre III :**

Généralités sur la cartographie et les  
projections cartographiques.

## Chapitre III : Généralités sur la cartographie et les projections cartographiques.

### III.1 La cartographie :

#### III-1-1-Introduction :

La cartographie est considérée comme une science ancienne. Le début de son évolution a été avec le début de l'existence humaine, et elle lui était étroitement liée.

La recherche montre que les humains ont pratiqué la cartographie par instinct avant même de connaître l'écriture, et c'est ce qui a été trouvé dans les anciens dessins humains qui sont encore conservés dans les montagnes et les grottes.

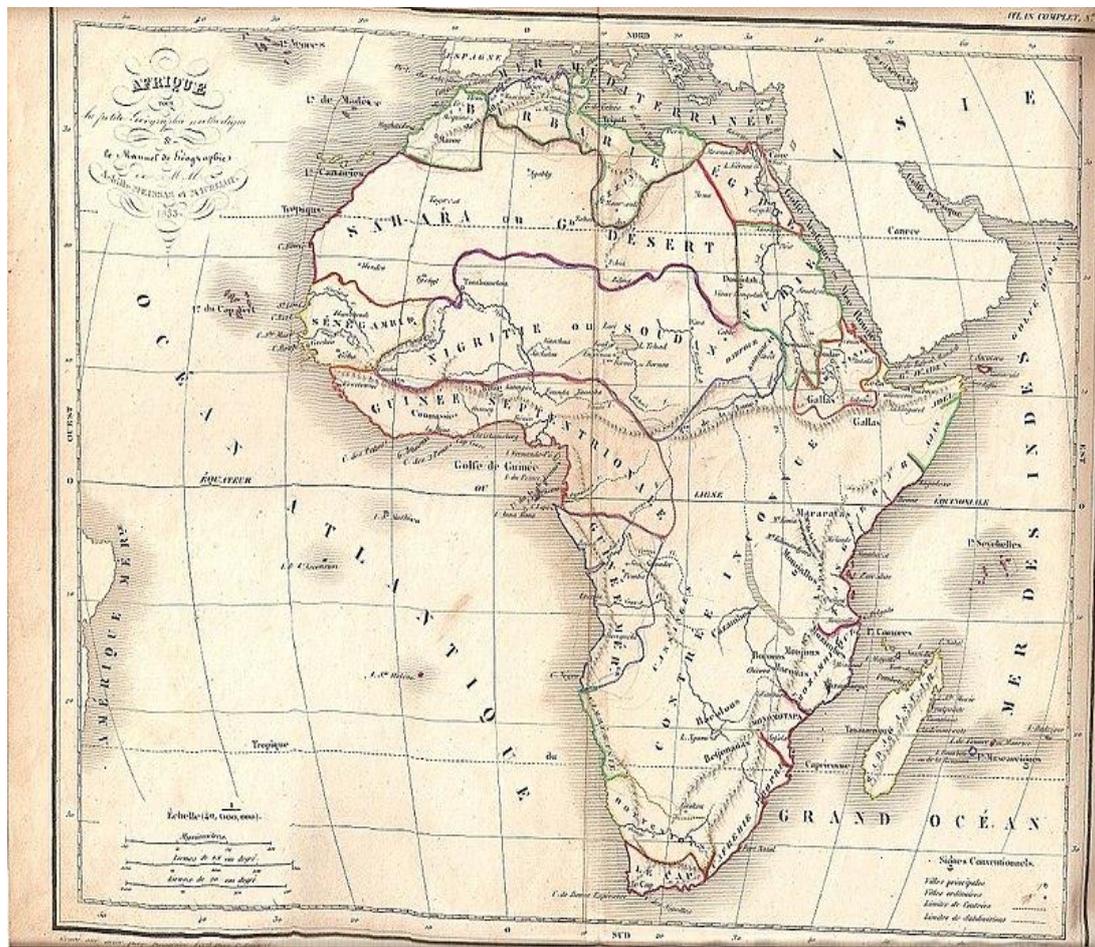


Figure 26: carte de l'Afrique en 1853. [28]

**III-1-2-L'histoire de la cartographie** : est le reflet des connaissances techniques nécessaires à l'établissement de cartes, de l'Antiquité à nos jours. La cartographie est une partie intégrante de l'histoire de l'humanité depuis longtemps, peut-être même depuis 8000 ans . Des peintures rupestres aux anciennes cartes de Babylone, de la Grèce à l'Asie, de l'âge de l'exploration jusqu'au XXI<sup>e</sup> siècle, l'humanité a créé et utilisé des cartes comme outils essentiels pour l'aider à définir, expliquer ses chemins à travers le monde, et naviguer. Les cartes furent au début des dessins en deux dimensions ; la représentation terrestre ou stellaire est quelquefois en trois dimensions (globes, modèles). Elles peuvent être stockées sous des formats purement numériques. [28]

Pendant longtemps le papier a été la matière la plus utilisée pour les cartes. De nos jours, la plupart des cartes sont réalisées grâce à des logiciels cartographiques et sont distribuées sur le net, mais les règles cartographiques restent identiques quel que soit le mode de diffusion. Dans cet ouvrage nous décrirons comment les cartes sont conçues et utilisées, et de quelle façon elles sont distribuées, ainsi que la méthode pour obtenir les données nécessaires. [29]

### **III-1-3-La cartographie :**

La cartographie est la réalisation et l'étude des cartes géographiques et géologiques. Elle est très dépendante de la géodésie, science qui s'efforce de décrire, mesurer et rendre compte de la forme et des dimensions de la Terre. [30]

La cartographie a pour but la représentation de la Terre ou d'une autre planète sous une forme géométrique et graphique grâce à la conception, la préparation et la réalisation de cartes. La cartographie est à la fois une science, un art et une technique.

**a)-C'est une science** , car ses bases sont mathématiques, notamment en ce qui concerne la détermination de la forme et des dimensions de la Terre puis le report de la surface courbe de la Terre sur un plan (la carte) grâce au système des projections et enfin l'établissement d'un canevas planimétrique et altimétrique. L'enjeu est la précision et la fiabilité de la carte.

**b)-C'est un art** , car en tant que mode d'expression graphique , la carte doit présenter des qualités de forme (esthétique et didactique grâce à la clarté du trait, à son expressivité et sa lisibilité) afin d'exploiter au mieux les capacités visuelles du lecteur. Cela exige de la part du concepteur et du réalisateur des choix dans la représentation.

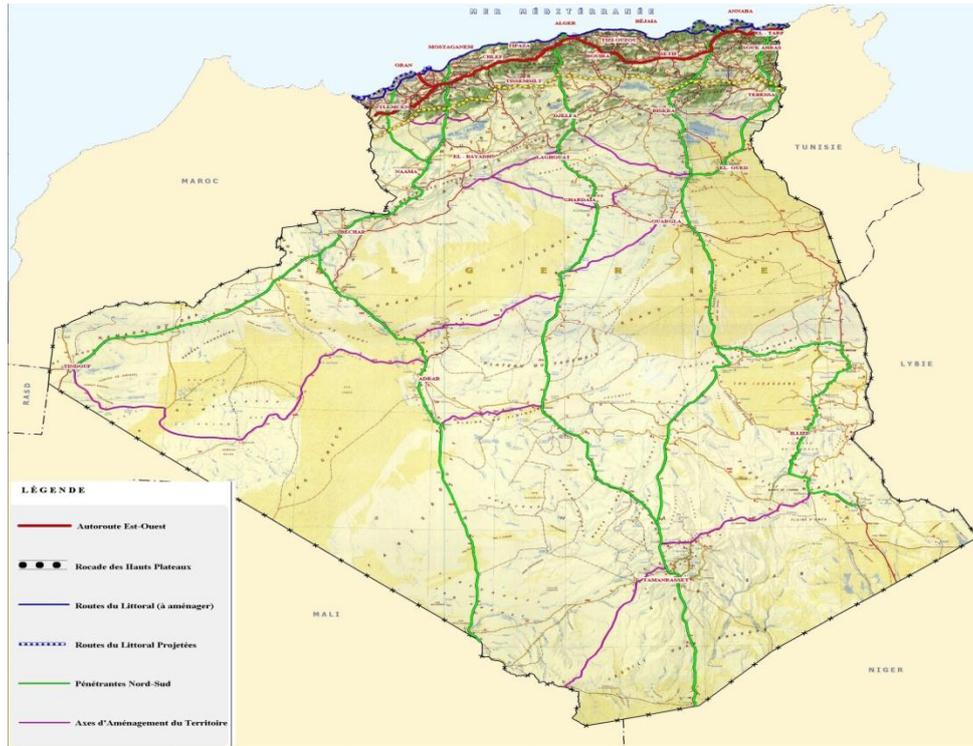
**c)- C'est enfin une technique**, car elle nécessite d'amont en aval, l'emploi d'instruments dont les progrès ont bouleversé toute la filière cartographique (photographies aériennes, satellites, ordinateurs, impression et diffusion, etc.). [31]

#### **III-1-4-Les différents types de cartes :**

La carte traite deux informations fondamentales: la position et l'information qui y est rattachée. Les informations rattachées (attributs), peuvent être un nombre, une activité, un taux, une quantité et elles évoluent avec le temps. De nombreuses relations peuvent être établies en combinant la position et l'information sémantique pour obtenir la distance, la répartition spatiale, la direction, la variation, et en combinant les informations sémantiques, on peut obtenir des renseignements tels que le revenu moyen par habitant ou le niveau d'instruction en différents lieux. Différentes sortes de cartes offrent un échantillon de ce large choix, et les cartes remplissent ainsi la fonction de présenter ces faits d'une façon réalisable. Les cartes varient en fonction de l'échelle, de son usage ou de son contenu et peuvent être regroupées selon la typologie suivante : [29]

##### **a)-les cartes topographiques :**

Qui présentent les relations spatiales existant entre différents objets géographiques, comme les bâtiments, les routes, les frontières et les cours d'eau. Les cartes topographiques officielles sont réalisées par les organismes cartographiques nationaux. La plupart des communes produisent aussi des plans de ville. Les cartes topographiques existent également pour la randonnée ou les activités nautiques. De nombreux systèmes embarqués de navigation routière ainsi que des services internet mettent également à disposition des cartes topographiques. Les cartes topographiques servent également de support à l'information foncière ainsi qu'à la conception des cartes décrivant l'aménagement territorial.



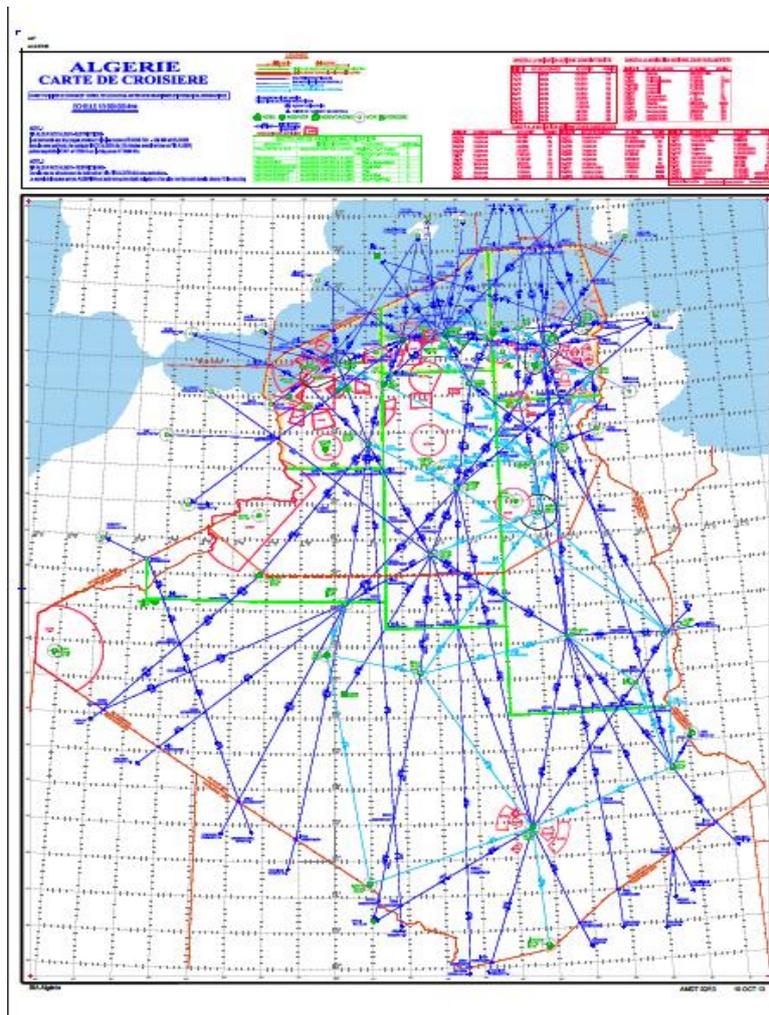
**Figure 27 :La carte routière de l'Algérie. [33]**

**b)-Les cartes spéciales :**

Comme par exemple les cartes maritimes ou aéronautiques. Ces cartes relèvent d'un usage professionnel et respectent les règles définies par l'Organisation des Nations Unies. Il existe également des cartographies spécifiques à la navigation de plaisance ainsi que des cartes dédiées à l'orientation définies par la Fédération internationale de course d'orientation.



**Figure 28 : Carte marine. [34]**



**Figure 29 : Carte de croisière de la FIR d'Alger. [35]**

**c)-Les cartes thématiques :**

décrivent des phénomènes géographiques qui appartiennent par exemple à la géologie ( sol et substrat rocheux essentiellement) , à l'occupation du sol ou à la végétation Les cartes statistiques font aussi partie des cartes thématiques. Elles présentent la répartition géographique d'une variable statistique. [29]

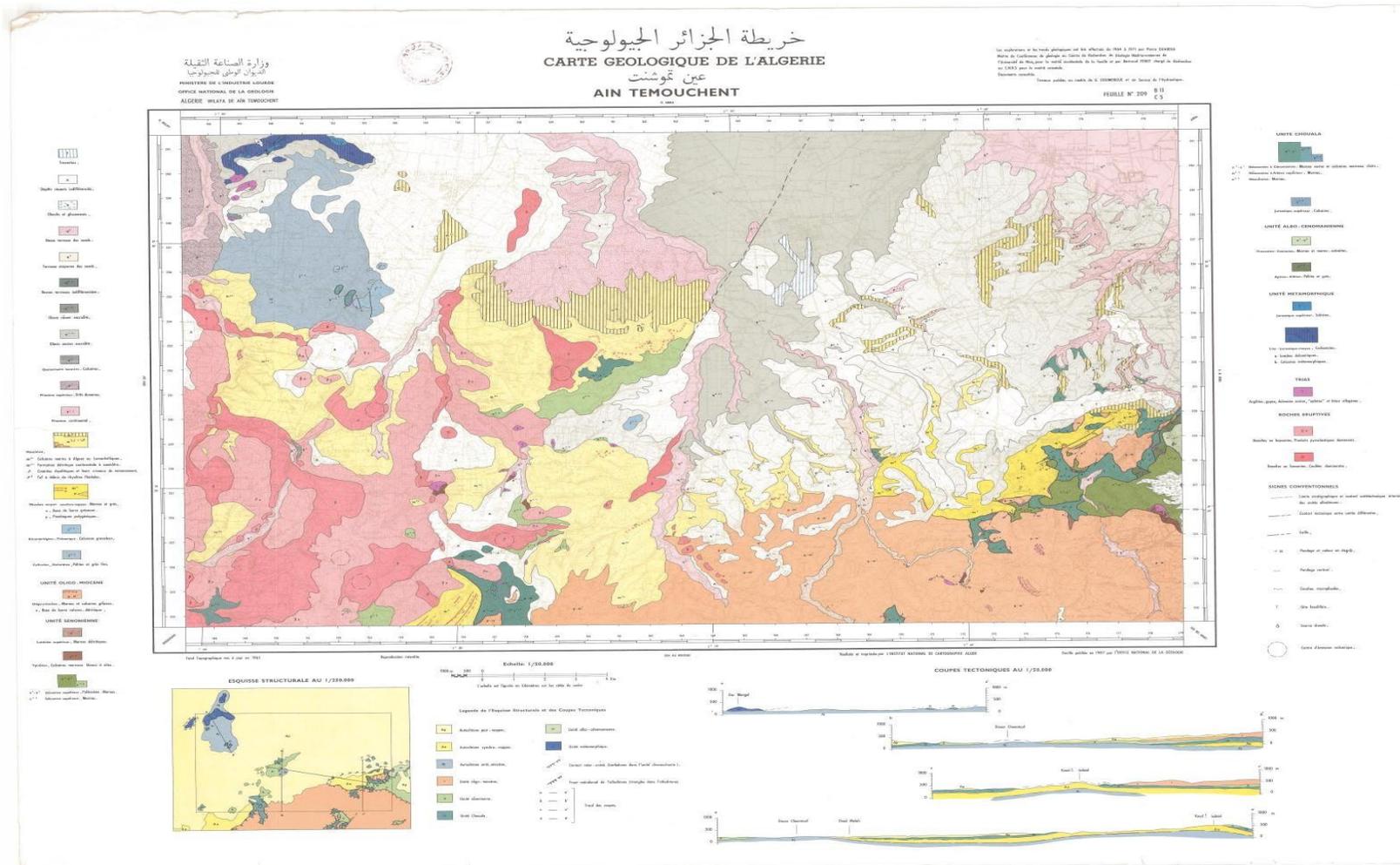


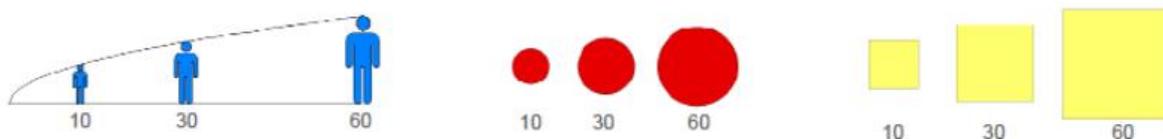
Figure 30 : Carte géologique Ain Témouchent. [6]

### **III-1-5-Les variables visuelles en cartographie :**

Elles sont le signe, le « code » ou la retranscription graphique d'un niveau d'organisation.

Il y a 6 variables visuelles : • Taille • Valeur • Grain • Orientation • Forme • Couleur

**a)-La taille :** La représentation par symbole d'une variable quantitative implique une modification proportionnelle de sa taille par rapport à la valeur à cartographier. Le changement s'effectue alors sur la longueur, la largeur ou la superficie du symbole.



**b)-La valeur :** La valeur est « le rapport entre la quantité de noir et de blanc sur une surface donnée ».

On considère que le noir a plus grande valeur que le blanc. Ainsi, une valeur élevée sera représentée avec une plus grande proportion de noir que de blanc. Les variations de valeur seront donc utilisées pour des données quantitatives, ordonnées ou qualitative Dans une variation par couleur, cette représentation sera influencée par « l'intensité» de la couleur. Mais la valeur peut également être mise en jeu dans d'autres types de représentation (hachures, pointillées, grains, croisillons, etc.).

Modification de la valeur par l'épaisseur du trait :



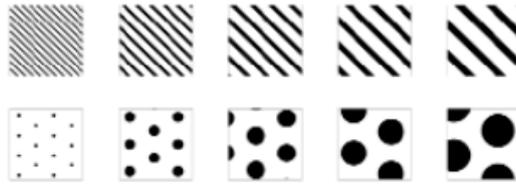
Modification de la valeur par l'écartement du trait :



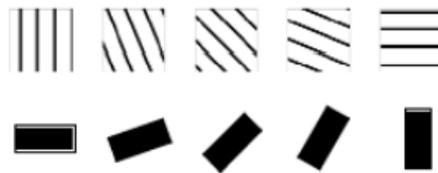
Modification de la valeur par la teinte :



**c)-Le grain :** Contrairement à la variation par la valeur, qui implique une évolution blanc-noir, la variation par le grain vise à conserver cet équilibre. Ici, c'est le nombre d'éléments de la trame qui varie, et non la valeur.



**d)-L'orientation :** L'orientation, consiste à changer l'angle des hachures dans la représentation. Cette évolution d'orientation permet de distinguer certaines classes d'observation (données qualitatives). Elle concerne les objets ponctuels ou surfaciques. [32]



**e)-La forme :** Une modification de la forme implique plus souvent un caractère différentiel mais aussi un changement qualitatif de la variable. En fonction de la classe à laquelle appartient l'observation, on variera la forme géographique du symbole, ou le « figuré » (icône) associé.

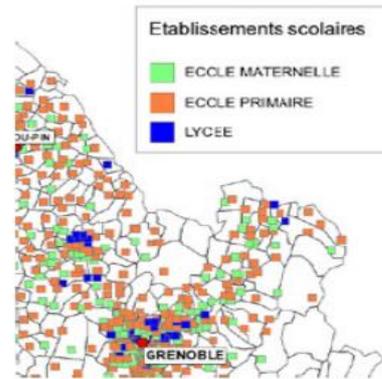


**f)-La couleur :** La variation de symbole par la couleur bénéficie d'une excellente perception par l'œil humain. La couleur peut varier selon trois nuances : le ton, la saturation et l'intensité. La variation plus ou moins importante de l'une ou l'autre de ces nuances impliquera la perception d'une variation de qualité ou d'intensité.

**Le ton :** La variation du ton (couleur dominante) est plus fréquemment utilisée pour une variable qualitative ou différentielle.

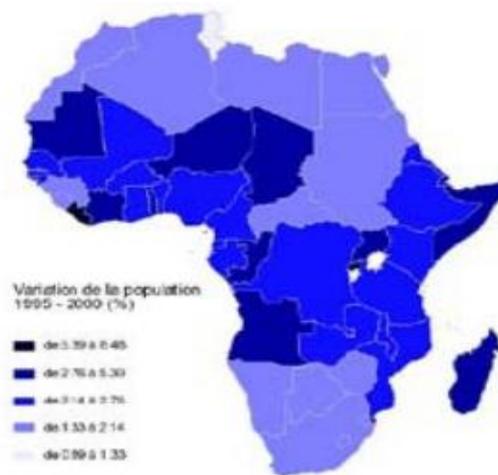


*Secteurs commerciaux*

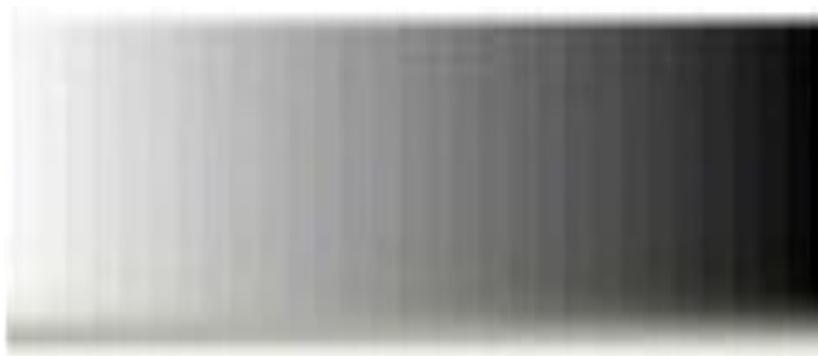


*Etablissements scolaires en Isère*

**La saturation :** La variation de l'intensité et/ou de la saturation permet de construire des palettes de dégradés. Elles illustrent des évolutions de données quantitatives ou ordonnées et parfois qualitative (typologie : fort, moyen, faible).



**L'intensité :** L'intensité correspond également à la variable visuelle « valeur », décrite plus haut). [32]



### **III-1-6-Cartographie par ordinateur :**

Un des changements fondamentaux apportés dans le domaine de la cartographie au cours du XX<sup>e</sup> siècle est l'introduction et l'utilisation des ordinateurs et des machines informatisées (surtout des dispositifs graphiques et de dessin). Il existe plusieurs façons d'encoder les images graphiques sous forme numérique, notamment la géométrie cartésienne, et les ordinateurs sont des outils efficaces pour encoder, stocker, analyser et visualiser des images graphiques.

#### **a)-Collecte de données :**

Des données numériques représentant des images cartographiques ou des phénomènes géographiques peuvent être recueillies à partir de photos aériennes, d'images transmises par satellite ou encore du calquage des documents cartographiques existants. Il existe de nombreuses façons de recueillir de telles données. Un convertisseur cartographique, qui ressemble à une table à dessin avec un pointeur attaché à un fil électronique, mesure les coordonnées relatives à la position de ce pointeur et les enregistre dans un ordinateur. La position des points peut être enregistrée à des fréquences suffisamment rapides pour détecter toutes les nuances d'un mouvement de la main. A.R. Boyle, de l'U. de la Saskatchewan, s'avère le premier titulaire de brevet pour un convertisseur cartographique.

Il existe aussi des appareils qui numérisent automatiquement les documents pour en faire des données qui sont ensuite transformées en une grille à trame à haute résolution. Ces données nécessitent des programmes informatiques complexes afin d'être converties en formes utilisables pour la cartographie.

#### **b)-Traitement des données :**

L'ordinateur peut traiter les cartes stockées en procédant à des calculs algébriques entre l'enregistrement et le traçage. Cela offre de nombreuses possibilités. Notamment, on peut grouper des données qui proviennent de cartes contiguës ou superposées, ou des données provenant de plusieurs cartes différentes. Les opérations arithmétiques nécessaires pour changer l'échelle ou transformer la carte par diverses projections cartographiques sont également faciles à faire. Les cartes sous forme de données numériques peuvent être transmises par lignes de télécommunication. À partir des données, il est possible de produire en un temps record des cartes à échelles différentes et d'une grande qualité graphique, incluant des symboles dessinés avec beaucoup de précision. [33]

### **c)-Manipulation des données :**

Le principal problème avec les données des cartes numériques est de trouver et de corriger les erreurs. Il est possible de remédier à cette difficulté en affichant et en manipulant l'information sur un écran. En pointant l'image graphique, on peut déplacer, étirer, écraser, modifier ou effacer les éléments identifiés. Les données numériques à partir desquelles l'image est produite sont modifiées à mesure que l'opérateur manipule l'image à l'écran. Les systèmes conçus à cet effet sont souvent appelés « systèmes interactifs de cartographie ».

D'autres types de manipulation de données sont possibles, par exemple le mappage des caractéristiques en trois dimensions des cartes topographiques. La surface peut être enregistrée numériquement et on peut produire différents types de symboles, notamment l'estompage, la vue perspective ou la vue de contour, à partir de l'enregistrement des données. Une autre application importante est celle de la superposition de l'information pour une même région à partir de cartes traitant de sujets différents. On peut ainsi comparer une carte qui traite des possibilités du sol avec une carte traitant de l'utilisation du sol, ce qui permet de classer les régions qui concordent et qui ne concordent pas dans un tableau pratique. Les systèmes conçus pour de tels calculs sont appelés Systèmes d'information géographiques. La cartographie informatisée rend aussi possible le mappage de données statistiques, socio-économiques et démographiques (par exemple, les données de recensement). De telles cartes étaient extrêmement rares autrefois, car on considérait que le fastidieux travail à la main nécessaire à la production d'une seule carte n'en valait pas la peine.

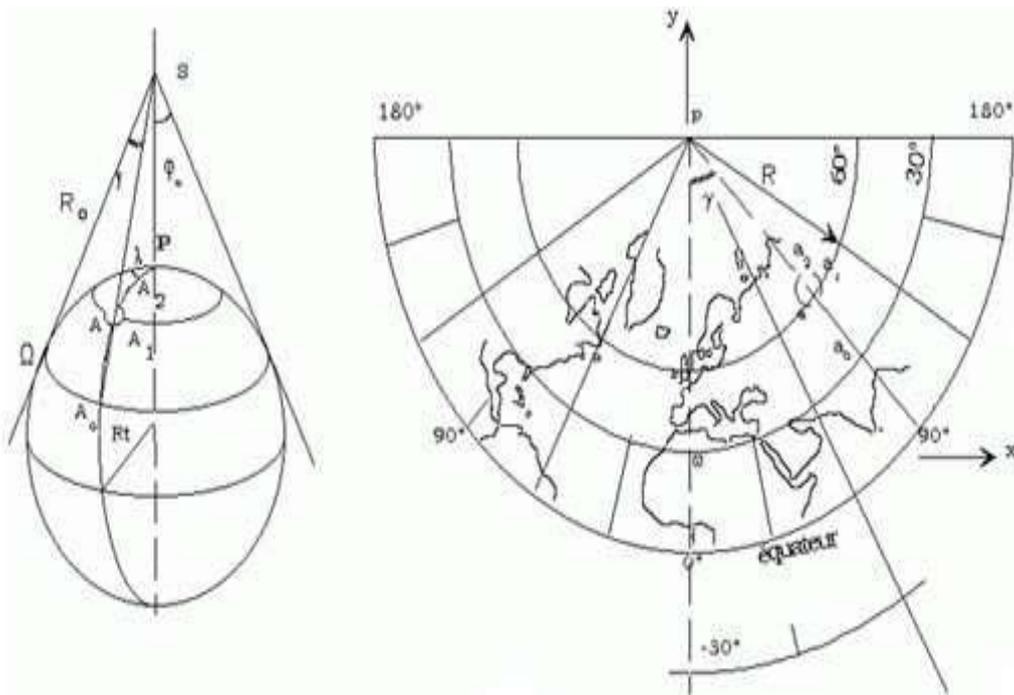
### **d)-Héritage :**

La cartographie assistée par ordinateur transforme complètement le domaine du dessin cartographique. Dans la cartographie traditionnelle, le dessinateur devait déterminer le choix et la position finale de chaque élément de la carte avant même de dessiner le premier élément. Depuis l'avènement de la cartographie assistée par ordinateur, tout peut être changé et les règles du dessin ne sont plus aussi si rigoureuses. De même, la carte n'est plus seulement une feuille blanche imprimée, elle a plus de profondeur et contient souvent beaucoup d'information (graphique, textuelle, etc.) que l'on peut récupérer en cliquant sur les icônes d'information. [33]

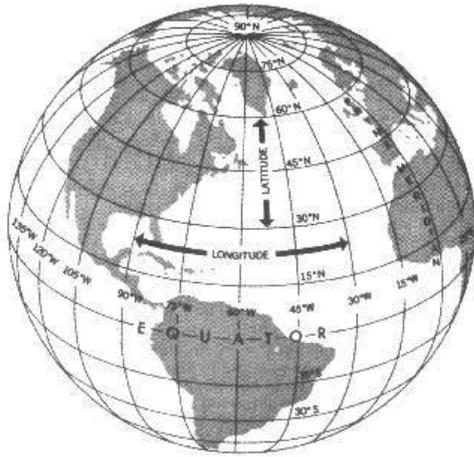
### **III.2 La projection cartographique**

**III-2-1-La projection plane :** est le processus qui consiste à transformer et à représenter sur une surface bidimensionnelle (plane) des points situés sur la surface sphérique tridimensionnelle de la terre. Ce processus fait appel à une méthode directe de projection géométrique ou à une méthode de transformation calculée mathématiquement.

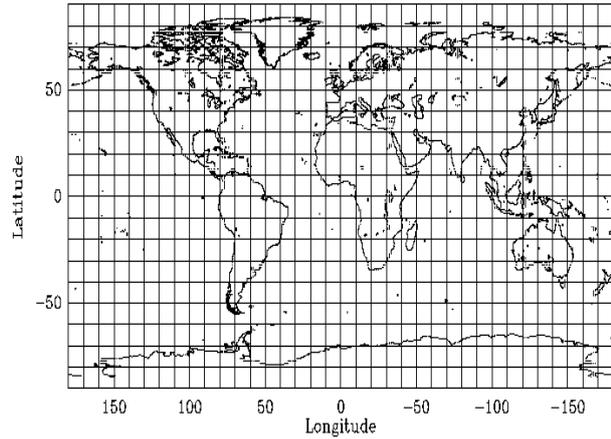
La projection conique conforme de Lambert est généralement utilisée à la production des cartes à petite échelle. [34]



**Figure 31 : La projection conique conforme de LAMBERT**



**Surface curviligne**



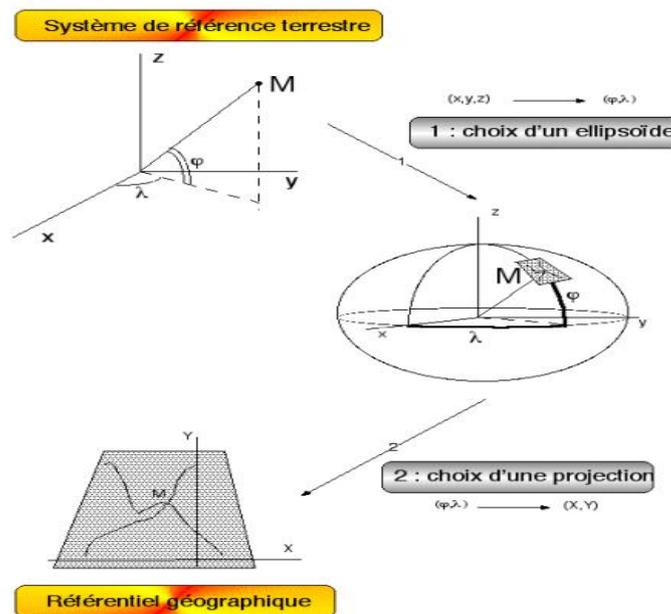
**Surface plane**

**Figure 32 : Surface curviligne et surface plane**

**III-2-2-Référentiel géographique :**

Le référentiel géographique est l'ensemble de conventions qui permettent d'associer à tout point d'une partie de la surface terrestre un point unique sur une carte.

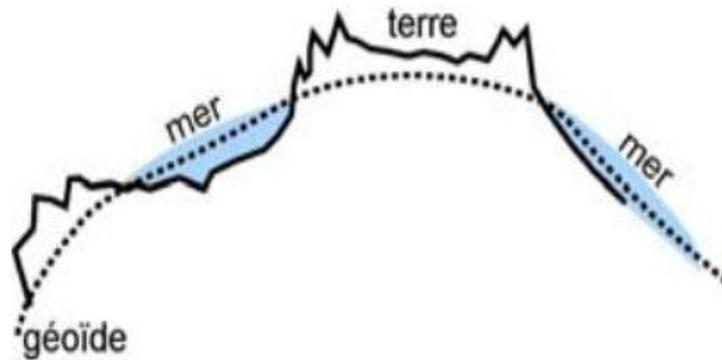
Traditionnellement, pour représenter la surface terrestre on utilise une représentation de la surface qui altère aussi peu que possible les propriétés métriques du terrain (distance entre les points de la surface terrestre, angles, etc...). [35]



**Figure 33 : La construction du référentiel géographique. [35]**

### III-2-3 Géoïde, ellipsoïde et datum :

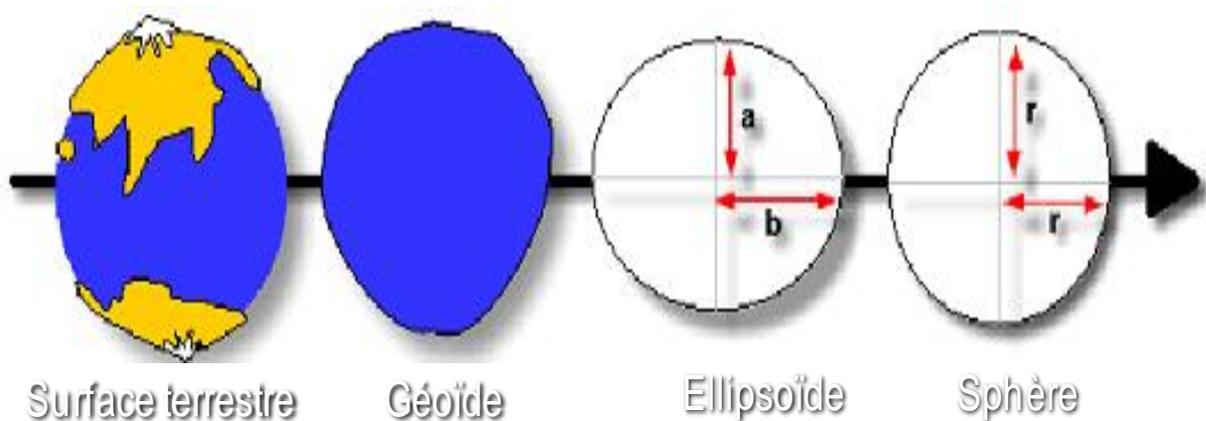
**a)- Le Géoïde :** est la forme théorique qui se rapproche le plus de la surface réelle de la terre c'est-à dire le niveau moyen des mers. Il sert de référence pour déterminer les altitudes. [36]



**Figure 34 : Le géoïde est la forme théorique de la terre. [36]**

**b)-L'ellipsoïde :** est une surface définie mathématiquement qui se rapproche de la géoïde, la vraie figure de la terre , ou un autre corps planétaire. [37]

On peut calculer les coordonnées géographiques en LONGITUDE et LATITUDE.



**Figure 35 : L'ellipsoïde. [37]**

### c)-Datum :

- Le datum géodésique :

Il est nécessaire de positionner l'ellipsoïde par rapport à la surface réelle de la Terre. La donnée de l'ellipsoïde et des paramètres de positionnement constitue ce qu'on appelle un datum géodésique à partir duquel pourra être appliquée une projection.

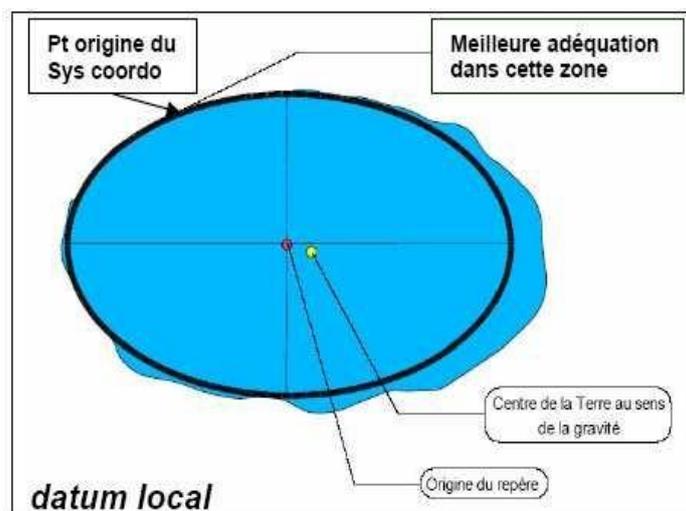
Un datum géodésique est donc défini par :

- la donnée de l'ellipsoïde ;
- la position du centre de l'ellipsoïde par rapport au centre de masse de la Terre (de quelques centimètres à plus d'une centaine de mètres) ;
- l'orientation des axes de l'ellipsoïde ;

#### •Un datum local :

Un datum local aligne son ellipsoïde de façon à l'adapter au mieux dans une zone géographique déterminée. L'origine du système de coordonnées d'un datum local n'est pas situé au centre de la Terre mais à quelques centaines de mètres de celui-ci.

On définit un **point d'origine** (le **point fondamental**) se situant **sur la surface de la Terre** dans l'espace géographique étudié. Les coordonnées du point d'origine choisi sont fixes et tous les autres points sont calculés d'après ce point.

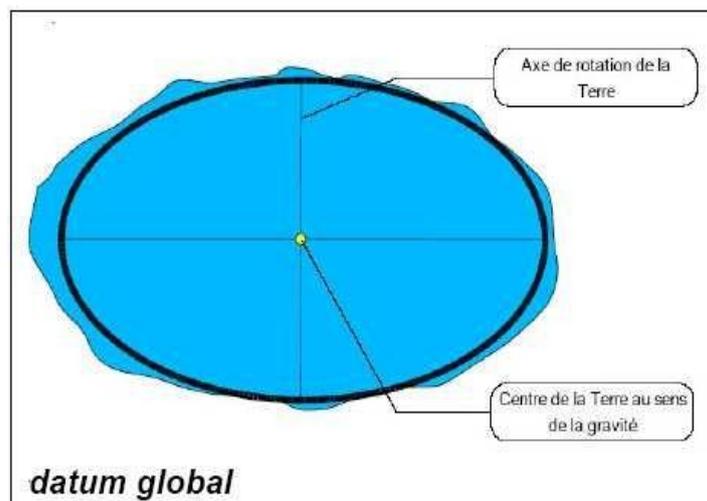


**Figure 36 : Datum local. [38]**

•**Le datum géocentrique (global) :**

Depuis les années 1990, les données spatiales ont permis la géodésie de définir des ellipsoïdes dont l'origine se situe à quelques mètres du centre de masse de la Terre. Contrairement à un datum local, un datum géocentrique (global) ne possède pas un point d'origine initial en surface.

Le datum géocentrique le plus fréquemment utilisé est le Système géodésique mondial de 1984 (WGS84). Il sert de cadre pour les mesures au niveau international. Les mesures de position GPS sont établies à partir du WGS84. [38]



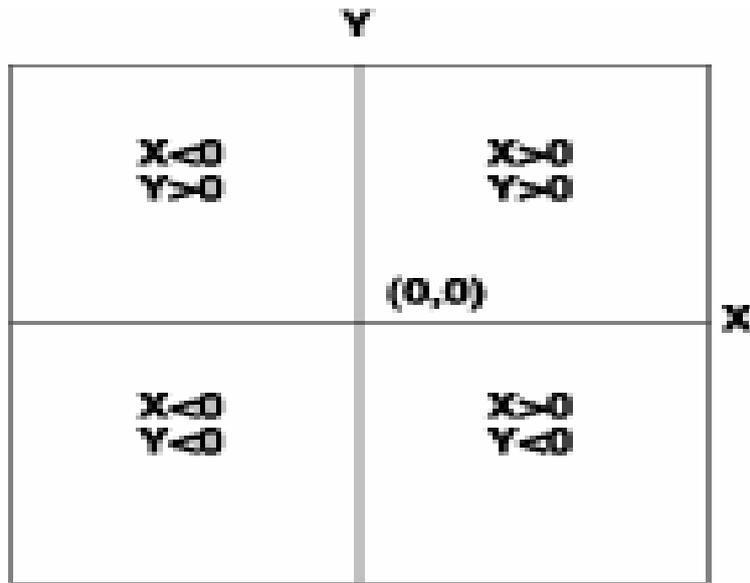
**Figure 37 : Datum géocentrique (global).** [38]

**III-2-4- Système de coordonnées géographique :**

Un système de coordonnées géographiques (GCS, Geographic Coordinate System) utilise une surface sphérique à trois dimensions pour définir des emplacements sur la Terre. Un GCS est souvent confondu avec un datum, lequel n'est en fait qu'une partie d'un GCS. Un GCS comprend une unité angulaire de mesure, un méridien principal et un datum (basé sur un ellipsoïde).

Un point est référencé d'après ses valeurs de longitude et de latitude. La longitude et la latitude correspondent aux angles mesurés depuis le centre de la Terre vers un point de surface. Les angles sont souvent mesurés en degrés (ou en grades). [39]





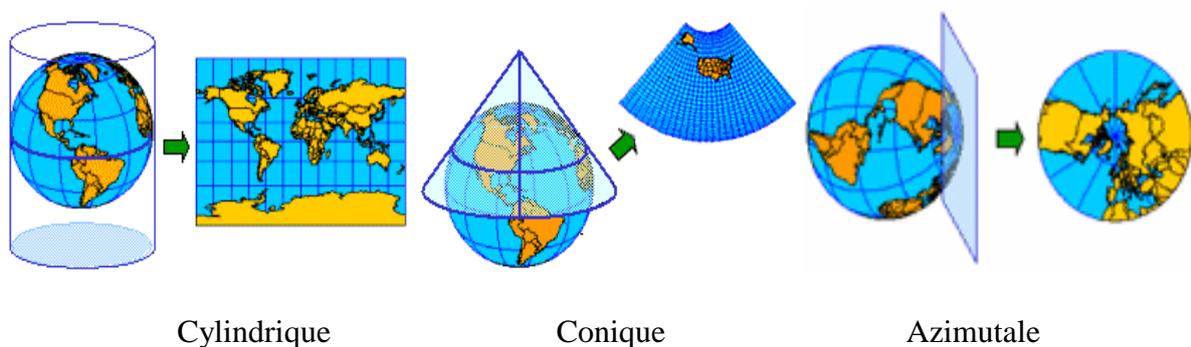
longitude → l'axe X , latitude → l'axe Y

**Figure 39 : Système de coordonnées projetées**

**III-2-6 Classification des projections cartographiques :**

Les projections peuvent être classées en fonction de la surface développée, et des conditions de définition géométrique :

- ▶ Cylindriques : tangentes , sécantes , directes , obliques , transverses.
- ▶ Coniques : tangentes , sécantes .
- ▶ Azimutales : tangentes , sécantes . [41]



Cylindrique

Conique

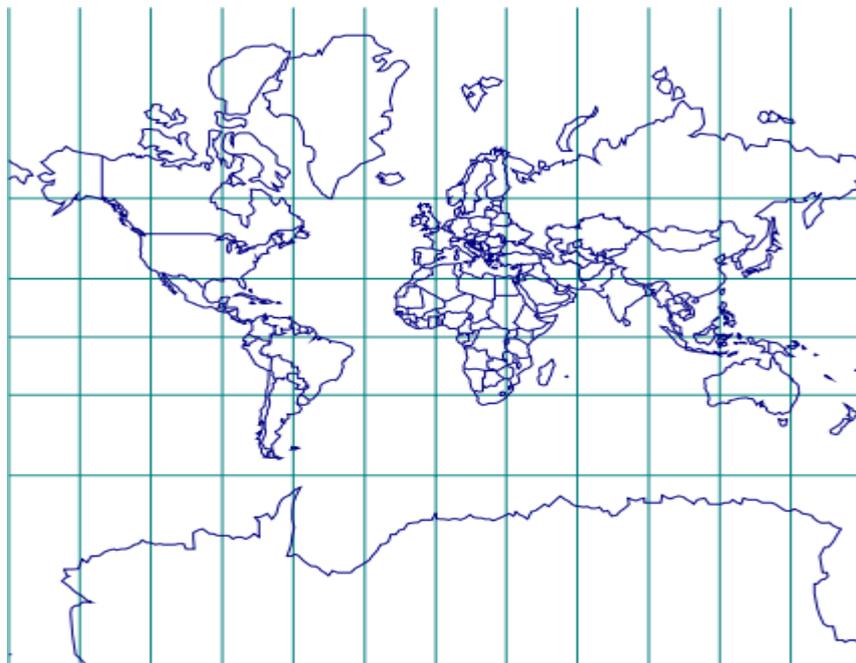
Azimutale

**Figure 40 : Classification des projections cartographiques. [41]**

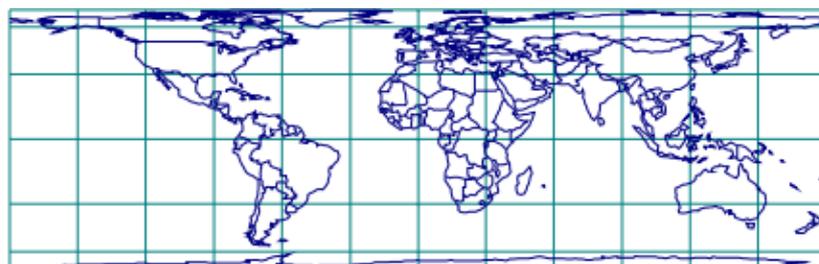
**a)-Les projections cylindriques :** sont celles qui confèrent une apparence rectangulaire au graticule. Le rectangle peut être vu comme le développement d'une surface cylindrique qui peut, à son tour, être enroulée en un cylindre. Bien que ces projections soient créées de

manière purement mathématique, plutôt qu'en introduisant la géométrie d'un cylindre, l'aspect final peut suggérer une construction cylindrique. Une projection cartographique cylindrique peut présenter une ligne ou deux lignes qui sont sans altération d'échelle. Des exemples classiques de projections cylindriques sont la projection de Mercator, conforme (elle conserve localement les angles), et la projection cylindrique équivalente de Lambert (qui conserve les surfaces).

Les projections cylindriques sont souvent employées pour les cartes du monde ; la latitude y est volontairement limitée vers le sud et vers le nord pour éviter la trop grande déformation des régions polaires qu'entraîne cette méthode de projection. L'aspect normal de la projection Mercator (où l'axe du « cylindre » est dans la direction nord-sud) est employé pour les cartes marines dans le monde entier, alors que son aspect transverse (où l'axe du « cylindre » est orthogonal à la direction nord-sud) est régulièrement employé pour les cartes topographiques et est la projection utilisée pour le système de coordonnées UTM décrit plus haut. [42]



**Figure 41: Projection cylindrique conforme de Mercator.** [42]



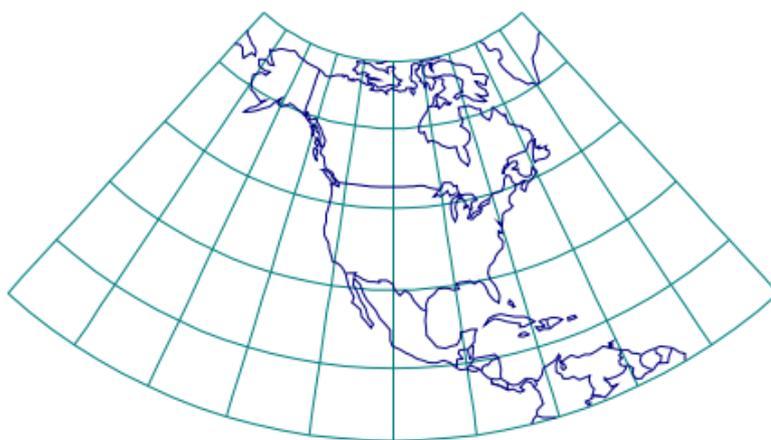
**Figure 42 : Projection cylindrique équivalente de Lambert.** [42]

### **b)-Les projections coniques :**

Les projections coniques donnent l'apparence d'une surface conique développée qui pourrait être roulée en un cône. Ces projections sont des constructions mathématiques souvent plus complexes que la projection sur une simple surface conique. On peut y trouver une seule ligne, ou deux lignes, qui soient exemptes d'altérations de l'échelle.



**Figure 43 : Projection conique conforme de Lambert. [42]**



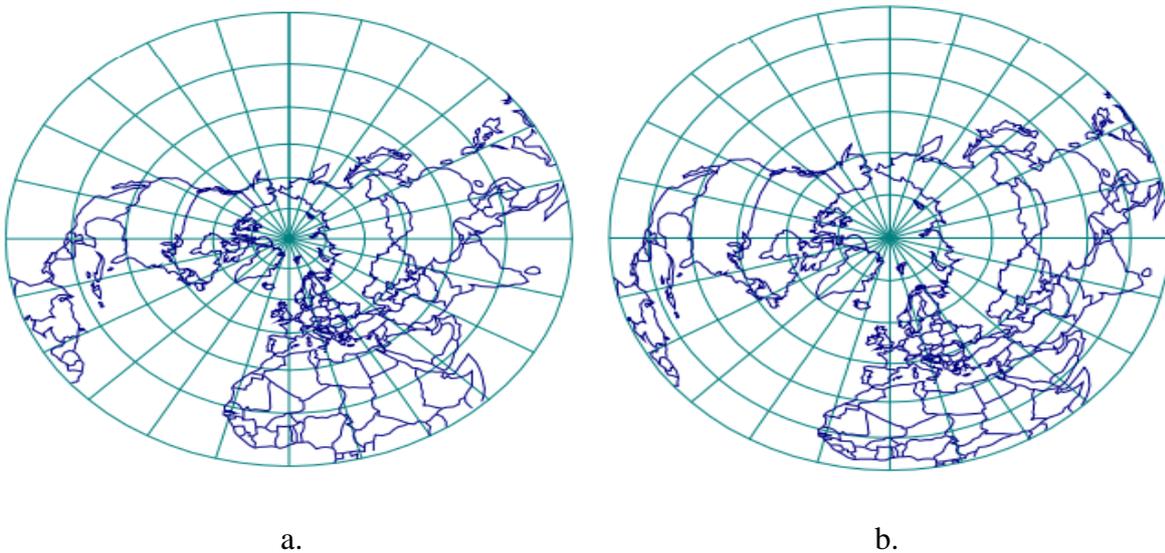
**Figure 44: Projection conique équivalente d'Albers. [42]**

Des exemples classiques de projections coniques sont la projection conique conforme de Lambert et la projection conique équivalente d'Albers . Les projections coniques sont inappropriées pour les cartes du monde et trouvent leur meilleur usage pour les zones qui présentent une élongation dans la direction est-ouest. Cela en fait les projections idéales pour représenter les masses continentales de l'hémisphère nord, telle celles des États-Unis, de l'Europe, ou de la Russie.

### **c)-Les projections azimutales :**

Les projections azimutales sont celles qui préservent les azimuts (c.-à-d. les directions par rapport à une direction donnée, celle du nord dans leur aspect normal). Un point seul ou un

cercle peuvent exister sans déformation d'échelle. Les exemples classiques de projections azimutales incluent la projection stéréographique et la projection azimutale équivalente de Lambert. [42]



**Figure 45: Projection stéréographique (a) et projection azimutale équivalente de Lambert (b). [42]**

### **III-2-7-Les représentations cartographiques planes en Algérie :**

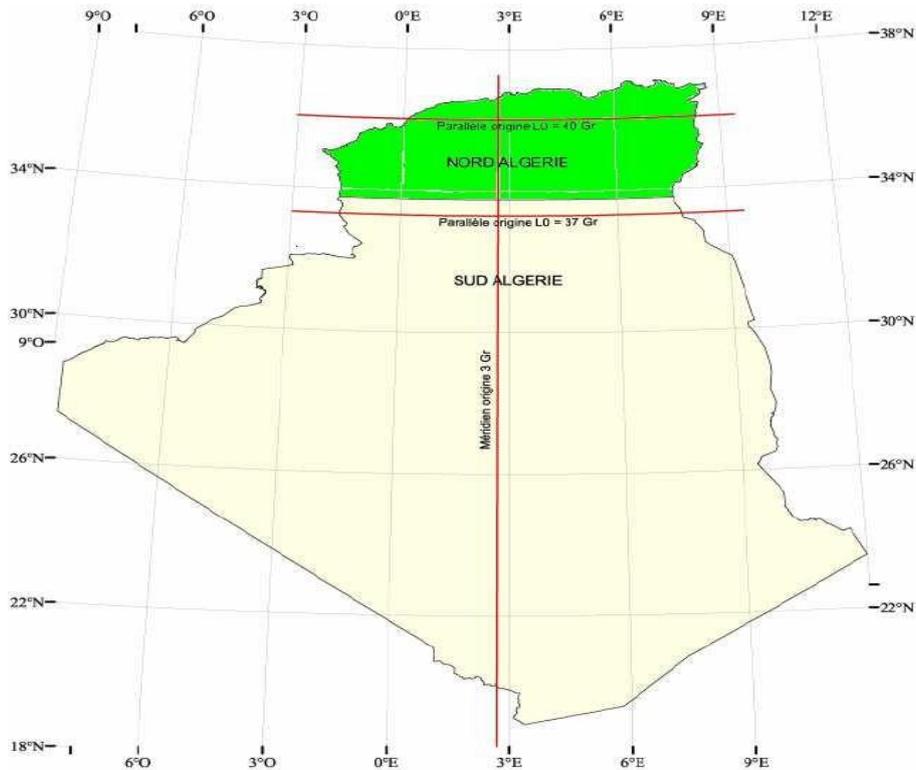
#### **a)-La projection Lambert :**

Durant la période coloniale l'Algérie a utilisé la projection Lambert qui se caractérise par les points suivants :

#### **a)-1-Caractéristiques de la projection Lambert :**

C'est une projection conique conforme tangente de Lambert . Dans le but de minimiser les déformations (altérations linéaires), l'Algérie a été découpée en **deux zones** :

- Une projection appelée "Lambert Nord" qui couvre le nord de l'Algérie.
- Une projection appelée "Lambert Sud" qui couvre le sud de l'Algérie.



**Figure 46 : Projection Lambert en Algérie. [38]**

**a)-2-Les constantes de la projection Lambert :** Les valeurs suivantes permettent le calcul des coordonnées en projection Lambert sur l'ellipsoïde de Clarke 1880.

Constantes	Lambert Nord	Lambert Sud
Mode de définition	Tangente	Tangente
Zone d'application	42,0 gr – 37,5 gr	34,5 gr - 39,5 gr
Latitude origine	40 gr = 36°	37 gr = 33° 18'
Longitude origine ou méridien central de la projection	3 gr Est Greenwich	3 gr Est Greenwich
Eo	500 135.000 m	500 135.000 m
No	300 090.000 m	300 090.000 m
Facteur d'échelle	0,999 625 544 000 (valeur calculée)	0,999 625 769 000 (valeur calculée)

**Tableau 4 : Constantes de la projection Lambert Nord et Lambert Sud. [38]**

**b)-La représentation cartographique UTM :**

**1-** La représentation cartographique plane en vigueur adopté par l'Algérie en 2003 est l'UTM (Universel Transverse Mercator). L'Algérie s'étale de l'Ouest à l'Est sur quatre fuseaux : le 29, 30, 31 et 32 soit de 9° à l'Ouest du méridien d'origine et à 12° à l'Est du méridien d'origine. [38]

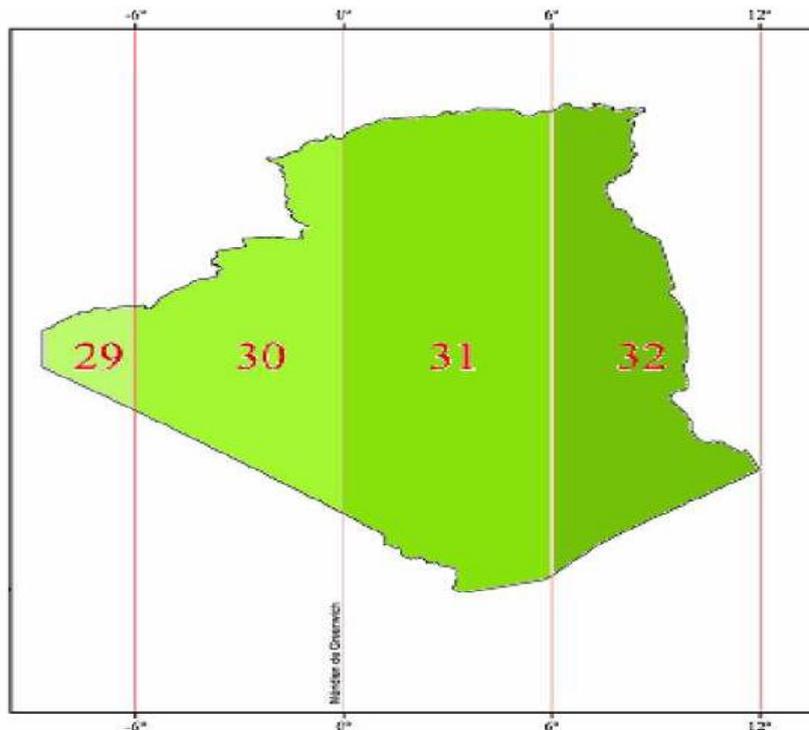


Figure 47: Fuseaux de la projection UTM en Algérie. [38]

Les constantes de la projection UTM sont :

Constantes	UTM Nord fuseau n
Latitude origine	0°
Longitude origine ou méridien central de la Projection	$6(Nf-31)+3^\circ / \text{Greenwich}$ Nf: numéro de fuseau.
Eo	500 000 m
No	0 m
Facteur d'échelle	0.9996 m

Tableau 5: Constantes de la projection UTM. [38]

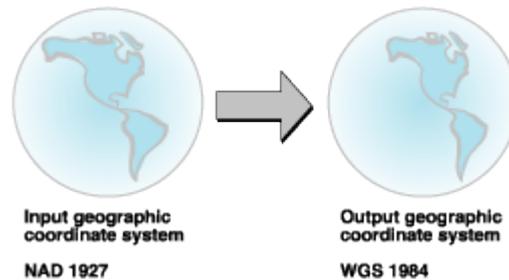
## II-2-8-Transformation géographique :

### a)-Définition :

Permet de créer une liste de méthodes de transformation. Il peut s'agir de méthodes de transformation fournies par le système, ainsi que de méthodes de transformation personnalisées créées à l'aide de l'outil Créer une transformation géographique personnalisée.

### **b)-Méthodes de transformation géographique :**

Le déplacement de vos données entre plusieurs systèmes de coordonnées implique parfois la transformation entre les systèmes de coordonnées géographiques.



**Figure 48 : NAD 1927 et WGS. [43]**

Etant donné que les systèmes de coordonnées géographiques contiennent des datums basés sur des ellipsoïdes, une transformation géographique modifie également l'ellipsoïde sous-jacent. Une transformation entre datums peut s'effectuer selon plusieurs méthodes avec différents niveaux de précision et diverses plages. La précision d'une transformation donnée peuvent varier de quelques centimètres à plusieurs mètres en fonction de la méthode ainsi que de la qualité et du nombre de points de contrôle disponibles pour la définition des paramètres de transformation. [43]

Une transformation géographique est toujours définie dans une direction particulière. L'image ci-dessus illustre une transformation qui effectue une conversion du datum nord-américain NAD 1927 vers WGS (World Geodetic System) 1984. Lorsque vous utilisez des transformations géographiques, si la direction n'est pas spécifiée, une application ou un outil comme ArcMap gère automatiquement la direction. Par exemple, si vous convertissez des données depuis le système WGS 1984 vers le datum NAD 1927, vous pouvez choisir une transformation appelée `NAD_1927_to_WGS_1984_3`, et le logiciel l'appliquera correctement.

Pour les données d'Amérique du Nord, une transformation courante est effectuée entre NAD 1983 et WGS 1984, par exemple entre les systèmes de coordonnées géographiques `GCS_North_American_1983` et `GCS_WGS_1984`.

Une transformation géographique convertit toujours les coordonnées géographiques (latitude-longitude). Certaines méthodes permettent de convertir les coordonnées géographiques en coordonnées géocentriques (X,Y,Z), de transformer les coordonnées X,Y,Z et de reconverter les nouvelles valeurs obtenues en coordonnées géographiques.

Ceci comprend la méthode de translation géocentrique, la méthode Molodensky et la méthode du cadre des coordonnées. [43]

### **III.3 Conclusion :**

La cartographie représente le monde sous une forme graphique et géométrique et répond à un besoin très ancien de l'humanité qui est de conserver la mémoire des lieux et des voies de communication, son but c'est la conception, la préparation et la réalisation des cartes.

Sans cartes, nous serions «spatialement aveugles». Les connaissances sur les relations spatiales et la localisation des objets sont les plus importantes pour en savoir plus sur l'espace, pour agir dans l'espace, pour être conscient de ce qui est où et de ce qui nous entoure.

Les projections cartographiques et les transformations de coordonnées sont les fondamentaux pour établir un cadre de référence commun à l'exploitation des données géographiques.

# **Chapitre IV :**

**Elaboration des cartes, Analyse et  
interprétations.**



## **Chapitre IV : Elaboration de la carte, Analyse et interprétation :**

### **IV.1 introduction :**

Ain Temouchent est connu depuis plusieurs années par les fortes pluies et les orages qui ont causées des inondations importantes. En 1984,1996, 2000 et décembre 2008 des inondations ravageuses associées aux crues de l'oued qui ont causé d'importants dégâts matériels. En 2008, des fortes pluies ont touchées la région d'Ain Temouchent, ont eu pour conséquence de bloquer la circulation sur plusieurs routes dont celle de Terga à cause de débordement d'Oued Senane où les eaux ont emporté dans leurs course deux véhicules dont l'un des passagers a été retrouvé sans vie à hauteur de la plage. [44]

Selon la protection civile de la région, Ain Temouchent a subi plusieurs inondations durant la période entre 2011, 2012 et 2013, d'où elles ont causées la perte de quatre victimes. En plus, et selon la direction de l'hydraulique d'Ain Temouchent nous ajoutons celle des inondations catastrophiques du 22 et 23 janvier 2014 sont dus aux crues exceptionnelles. [44]



**Figure 49:photo des inondations de la ville d'Ain Temouchent près du Siège SONALGAZ. [44]**

### **IV .2 Elaboration des cartes et interprétations :**

#### **a)-Carte d'état-major :**



### **Interprétation :**

Cette carte est réalisée à partir du levé photogrammétrique, et la prise de vue aérienne de 1987 dressée et publiée par l'institut national de cartographie, complétée sur le terrain en 1989.

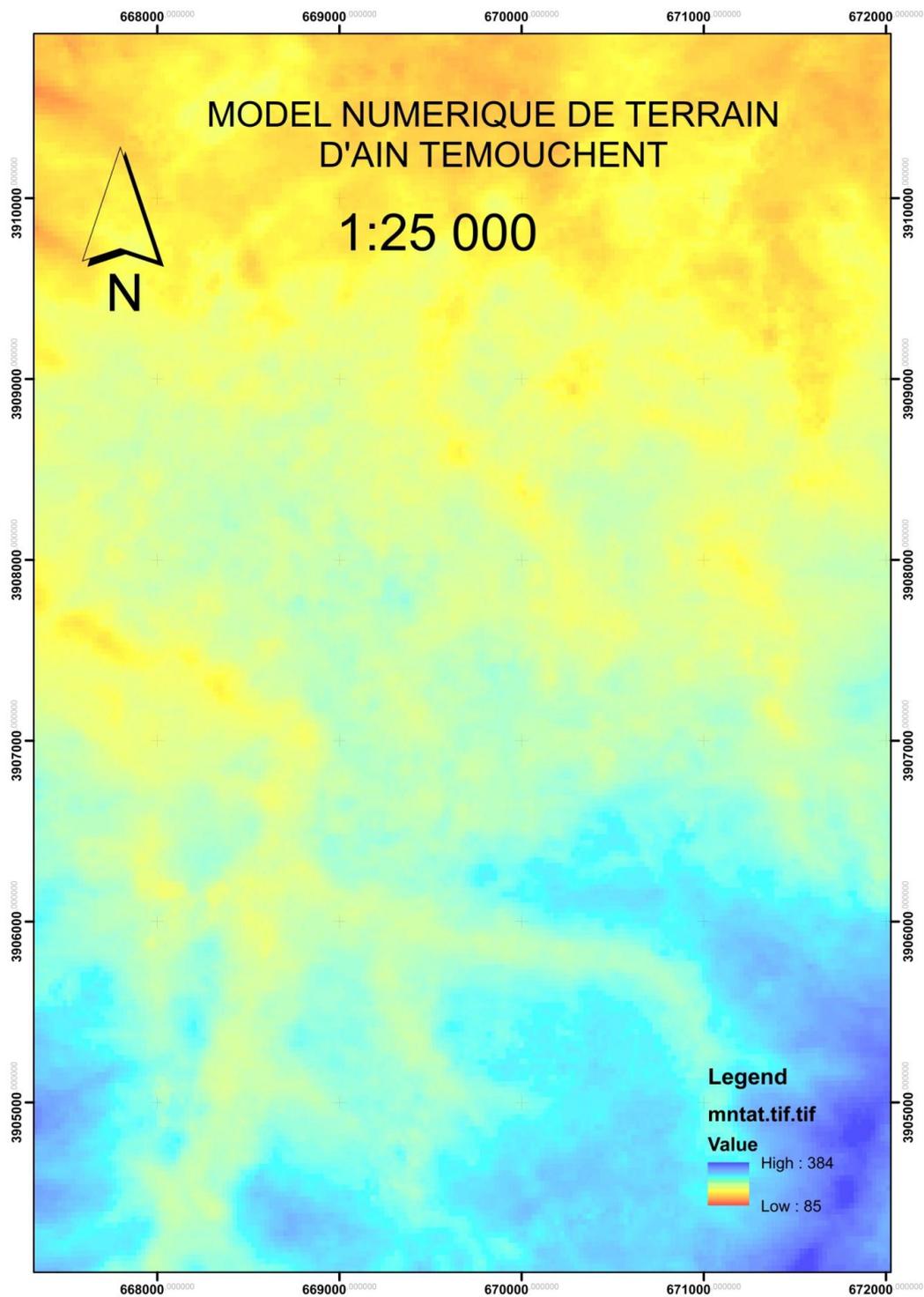
Elle porte le N°64 Ain Témouchent ouest.

Et les caractéristiques suivantes :

- ❖ Projection UTM.
- ❖ Ellipsoïde de CLARK 1880.
- ❖ Equidistance des courbes est de 10 mètre.
- ❖ Projection UTM fuseau 30(nord Sahara).
- ❖ Longitude/latitude (WGS 1984)
- ❖ Longitude entre 1°10'00'' et 1°06'30''.
- ❖ Latitude entre 35°19'30'' et 35°16'00''.

Cette carte est la carte de référence, Elle est utilisée comme fond topographique des cartes thématiques.

**b)-Carte model numérique de terrain MNT :**



**Figure 51: Carte model numérique du terrain MNT.**

### **Interprétation :**

Le model numérique de terrain, Appelé généralement MNT, est une représentation informatique de la topographie d'une zone géographique, la qualité du MNT est liée directement de l'intégrale de maillage et de la source de données.

Le MNT est indisponible dans divers domaines, il permet de réalisé :

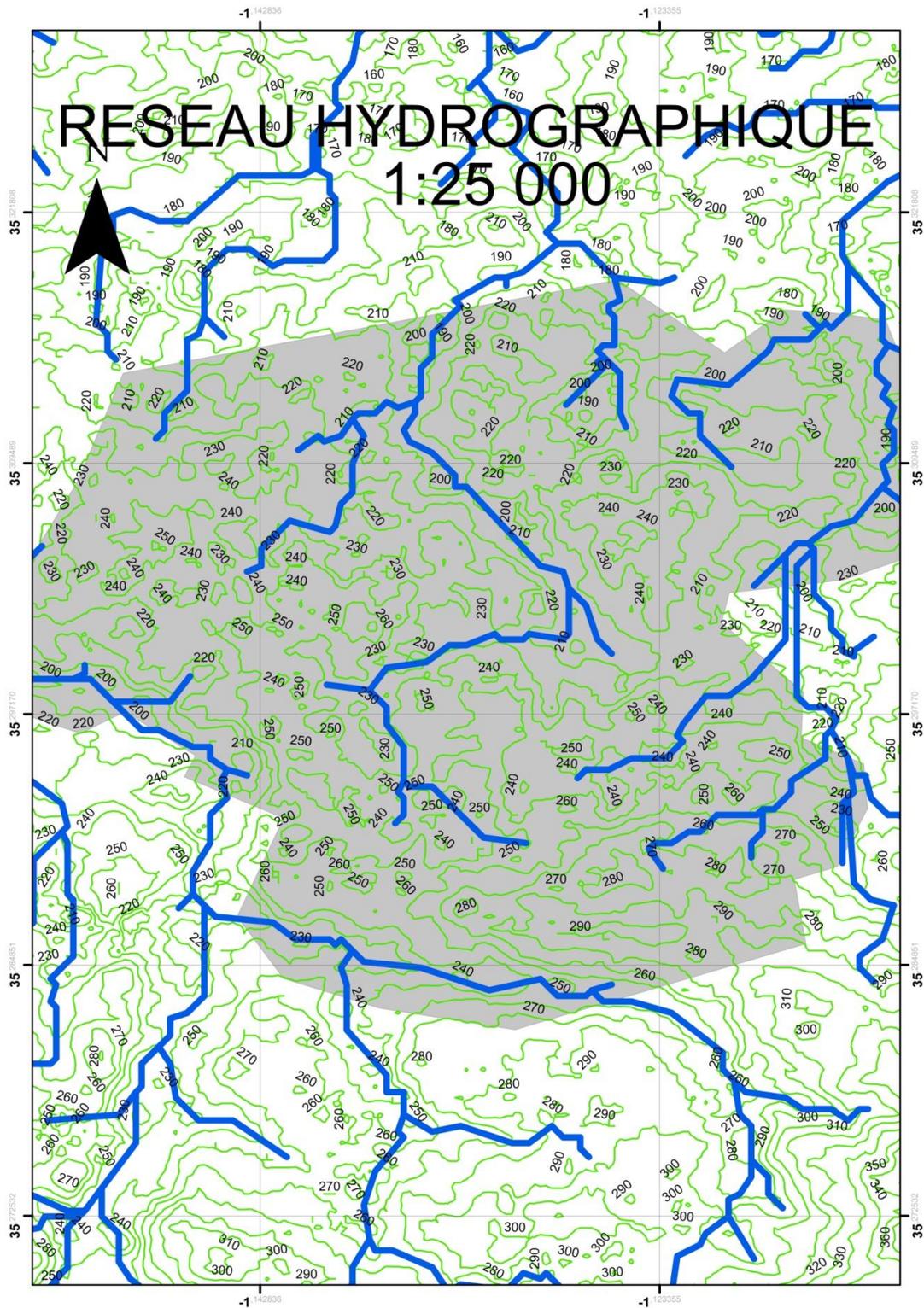
- ❖ Les cartes en relief.
- ❖ Les cartes de pente.
- ❖ Les cartes d'Altitude.
- ❖ Les cartes hydrographiques.
- ❖ Calcul des pentes.
- ❖ Le calcul des écoulements.

La zone sélectionnée varie entre :

- ❖ Latitude du 35°20'00 au 35°16'00.
- ❖ Longitude du 1°10'00 au 1°06'00.

La zone sélectionnée est caractérisée par un relief de 384m d'altitude au sud (la zone en couleur bleu), et de 85m d'altitude au nord (la zone en couleur jaune et orange).

**c)-Carte hydrographique :**



**Figure 52: Carte hydrographique.**

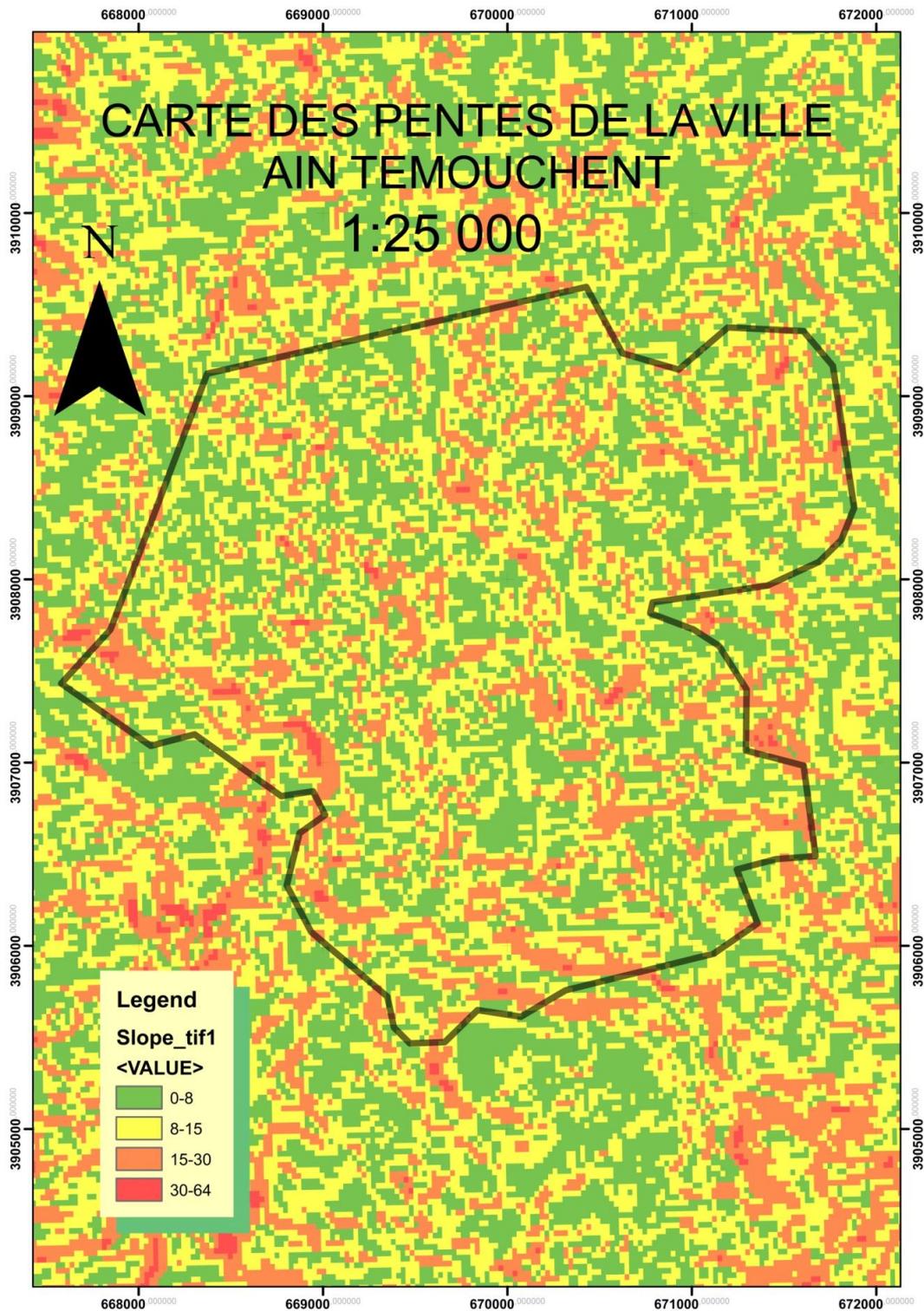
**Interprétation :**

La carte hydrographique est réalisée sur la base du MNT, et avec le logiciel ArcMap 10.2 suivant le chemin :

Arctoolbox→ Spacial Analyse Tools→ Hydrologie.

Le réseau hydrographique de la commune d'Ain temouchent est marqué par la traversée de trois oueds importants celui d'Oued Senanne qui prend sa source dans des monts de Tessala au Sud pour rejoindre le bassin versant de oued El Maleh, l'oued de Souf Ettel dans la partie Est de la zone d'étude et l'oued d'Ain Témouchent qui passe dans le centre de la ville, dont une grande partie de celui-ci est comblée.

**d)-Carte des pentes :**



**Figure 53: Carte des pentes.**

### Interprétation :

La carte réalisée montre que La majorité de la zone d'étude est caractérisée par des pentes faibles à moyennes, légèrement renversées du sud vers le nord avec un pourcentage de 1% à 15% (zone en couleur verte et jaune sur la carte). Avec des pentes qui aboutis par fois les 30% à 65% (zone orange et rouge), repérées à côté des deux oueds et sur la partie sud et sud- est de la ville. (Voir tableau 6).

Classe de pente	Pente (%)
Faible	0-8
Moyenne	8-15
Forte	15-30
Très forte	30-64

**Tableau 6: Pourcentage et classes des pentes.**

- Connaissant que Les faibles pentes donne lieu à une vulnérabilité très fort vis-à-vis les inondations, comme illustrées sur le tableau 7.

Classe de Pente	Vulnérabilité à l'inondation(VAI)
Faible	Très forte
Moyenne	Forte
Forte	Moyenne
très forte	Faible

**Tableau 7: Pente et Vulnérabilité à l'inondation**

**e)-Carte d'altitudes :**



**Figure 54: Carte d'altitudes.**

### Interprétation :

La zone d'étude se répartie entre l'altitude 180 m à 300 m. Les altitudes les plus faibles sont localisées essentiellement au nord (entre 180 à 210 m), au centre on remarque les moyenne altitudes (entre 210 à 240m) tandis que la partie forte à très forte altitude (240 à 300m) se démarquent au sud de la zone.

<b>Classe d'altitude</b>	<b>Altitude (m)</b>
<b>basse</b>	180-210
<b>Moyenne</b>	210-240
<b>Forte</b>	240-270
<b>Très forte</b>	270-300

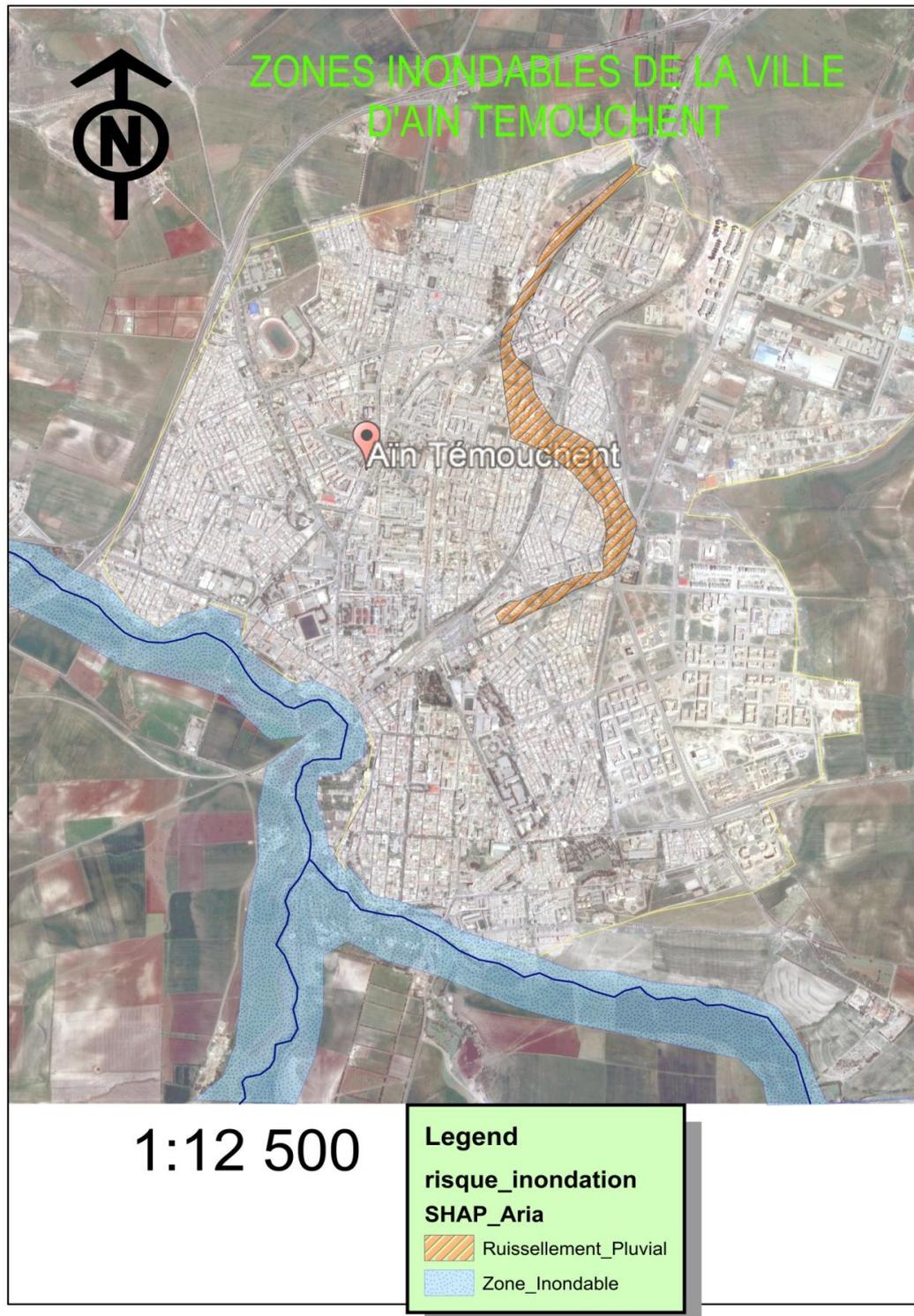
**Tableau 8: Classes d'altitudes.**

- Ainsi les zones dont les altitudes basses et moyennes représentent des endroits et des bandes les plus exposées aux risques des inondations, qui se produits par la remontée du niveau de la nappe.

<b>La classe d'altitude</b>	<b>Vulnérabilité à l'inondation(VAI)</b>
<b>Basse</b>	<b>Très forte</b>
<b>Moyenne</b>	<b>Forte</b>
<b>Forte</b>	<b>Moyenne</b>
<b>très forte</b>	<b>Faible</b>

**Tableau 9: La classe d'altitude et Vulnérabilité à l'inondation**

**f) – Carte des zones inondables :**



**Figure 55: Carte des zones inondables.**

### **Interprétation :**

La carte finale des zones inondables de la ville d'Ain Témouchent et cartographier suite au croisement des deux cartes thématiques (pente et altitude) ces deux facteurs sont les plus déterminant qui conduisent au risque des inondations.

Cette carte permet de mettre en évidence la présence de deux catégories de zones exposées aux inondations

- La zone a risque élevé à très élevé à proximité de l'oued sennane.
- La zone à risque moyen à élevé provoqué par les ruissellements pluviales au centre et au nord, ou la faible pente et associée avec la basse altitude.

### **IV.3 Recommandations et mesures de réduction des risques d'inondation :**

#### **a)-le PPRI :**

**Définition :** Un plan de prévention des risques d'inondation (sigle : «PPRI») est un document émanant de l'autorité publique, destiné à évaluer les zones pouvant subir des inondations et proposant des remèdes techniques, juridiques et humains pour y remédier. C'est un document stratégique cartographique et réglementaire qui définit les règles de constructibilité dans les secteurs susceptibles d'être inondés. La délimitation des zones est basée sur les crues de référence.

#### **Les objectifs du PPRI sont:**

- Assurer la sécurité des personnes.
- Réduire les risques encourus.
- Diminuer tout type de dommages.
- Préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des crues.

#### **Niveau administratif d'intervention :**

- MRE
- Les DRE
- Les DRE et les Directions de l'Urbanisme
- L'APC

### **b)-le plan orsec : Organisation de la Réponse de Sécurité Civile**

**Définition :** Plan de secours, organisation des secours avant la crise. Son objectif est de permettre la mise en place rapide et efficace de tous les moyens de secours disponibles le jour de la crise, en fonction du type de risque encouru.



**Figure 56:plan ORSEC (situations exceptionnelles). [49]**

#### **Niveau administratif d'intervention :**

- Wilaya
- La Protection civile
- L' APC
- le président d'APC

### **c)-le plan d'évacuation :**

**Définition :** Réfléchir à l'avance à une solution pour faire évacuer les habitants suite à une alerte. Souvent, les plans d'évacuation sont un chapitre du plan ORSEC.

Le but de ce plan d'évacuation est de protéger la population, de la mettre à l'abri de tout danger.

#### **Niveau administratif d'intervention :**

- Wilaya
- La Protection civile
- Les APC
- La Gendarmerie nationale
- La DNRM



**Figure 57 : inondation dans la région de Kumamoto (Japon). [50]**

**d)-le plan d'entretien et de curage des réseaux et oueds :**

**Définition :** Planifier dans le temps le nettoyage des réseaux d'assainissement, des oueds, des canaux et tout autre moyen qui permet à l'eau de s'écouler rapidement et facilement.



**Figure 58: l'opération de curage des avaloirs. [51]**

**e)-plan de maintenance des ouvrages hydraulique**

**Définition :** Planifier dans le temps le nettoyage des réseaux d'assainissement, des oueds, des canaux et tout autre moyen qui permet à l'eau de s'écouler rapidement et facilement.

- Conserver un bon écoulement des flux et donc atténuer la crue en évitant les ouvrages de traversée colmatés, les réseaux assainissement bouchés, les rejets d'encombrants dans les lits, une végétation trop dense sur berges ou dans le lit,...
- Avoir un cadre réglementaire pour un entretien durable des réseaux d'assainissement pluvial, des fossés de drainage et des ouvrages
- Ces actions contribuent à l'amélioration de la qualité de vie

**Niveau administratif d'intervention :**

- Le Ministère des Ressources en Eau
- La Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement
- Société Par Actions
- L'ONA (Office National de l'Assainissement
- L'ONID (Office Nationale de l'Irrigation et du Drainage)
- Les DRE (Direction des Ressources en Eaux)
- Les Wilayas et le service de l'assainissement
- Les APC (Assemblées Populaires Communales)



**Figure 59: Type d'un oued après maintenance. [53]**

**f)-formation des cadres :**

**Définition :** Formation des cadres, des futurs cadres et des acteurs.

- La connaissance des risques et leur gestion par les acteurs, les décideurs et les intervenants permettront une prise de décision plus rapide et plus efficace, que ce soit dans la planification de la crise ou pendant la crise elle-même.
- Contribution à la réduction du risque.
- La connaissance des phénomènes amènent également à réaliser des études fiables et construire des ouvrages aux dimensions adaptées aux crues. [45]



**Figure 60: formation des cadres. [45]**

**Niveau administratif d'intervention :**

- La DNRM (Délégation Nationale aux Risques Majeurs)
- La Direction des ressources (Ministère de l'habitat et de l'urbanisme)
- Le Conseil national de l'information géographique
- Le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
- Le Service de l'administration des moyens

**g)-sensibilisation des habitants :**

**Définition :** Favoriser le développement de la culture du risque auprès de la population et des acteurs du territoire.

- La connaissance du risque et des comportements à avoir en période de crue permettra à la population de protéger pendant les crises et surtout de ne pas se mettre en danger.

- L'importance de la sensibilisation de la population se fait particulièrement ressentir pour la problématique des déchets dans les zones à risque.
- Discussion autour du risque d'habiter en zone inondable, et sensibilisation sur les mesures de réduction de vulnérabilité du bâti efficaces et relativement simples à mettre en place. [45]



**Figure 61: Sensibilisation des habitants.** [45]

**Niveau administratif d'intervention :**

- La Protection civile
- La DNRM (Délégation Nationale aux Risques Majeurs)
- Les Agences de Bassins Hydrographiques
- L'AGIRE (l'Agence nationale de Gestion Intégrée des Ressources en Eau)
- L'ONA (l'Office National de l'Assainissement)
- La Gendarmerie nationale
- La Conservation des Forêts

**h)-exercices de simulation :**

**Définition :** Simulation d'une crise, entraînement.



**Figure 62: exercice de gestion de crise humanitaire.** [45]

### **Niveau administratif d'intervention :**

- Direction générale de la protection civile
- Protection civile
- Gendarmerie nationale
- APC

### **i)-canalisation des oueds :**

**Définition :** Un canal est un cours d'eau artificiel, de section ouverte, navigable ou non. On distingue plusieurs sortes de canaux : La dérivation, L'embranchement, Le canal latéral, Le canal de jonction par dérivation, Le canal de jonction à bief de partage, Le canal maritime.



**Figure 63: Canalisation du chenal de basses eaux et pont sur le cours d'eau Sennane.**  
[53]

### **Niveau administratif d'intervention :**

- Les DRE (Directions des Ressources en Eau)
- L'Assemblée Populaire Communale
- Le Ministère des Travaux Publics
- Le Ministère des Finances (gestionnaire du domaine public)
- Le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme

### **j)-renforcement du remblai par gabionnage :**

**Définition :** Le gabion désigne une sorte de casier, le plus souvent fait de solides fils de fer tressés et contenant des pierres, utilisé dans le bâtiment pour décorer une façade nue ou construire un mur de soutènement, ou une berge artificielle non étanche. Dans les



aménagements hydrauliques, les gabions sont fréquemment disposés en épi perpendiculairement à la berge ou parallèlement aux rives pour lutter contre l'érosion fluviale ou torrentielle. Des seuils ou petits barrages peuvent être également réalisés. [45]

**Figure 64: renforcement du remblai par gabionnage. [45]**

### **Niveau administratif d'intervention :**

- Les DRE (Directions des Ressources en Eau)

- L'Assemblée Populaire Communale
- Le Ministère des Travaux Publics
- Le Ministère des Finances (gestionnaire du domaine public)
- Le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme

### **k)-drainage des eaux pluviales :**

**Définition :** Le drainage est l'évacuation spontanée ou facilitée par un réseau de drains ou de fossés de l'eau en excès. Le réseau d'assainissement est le réseau public de collecte et de transport des eaux usées vers une station d'épuration.

#### **Niveau administratif d'intervention :**

- Le Ministère des Ressources en Eau
- la Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement
- une Société Par Actions (gestion de l'assainissement et de l'eau potable)
- L'ONA (Office National de l'Assainissement)

### **l)-gestion des déchets :**

**Définition :** Collecter et traiter les déchets, Le but de collecter des déchets est de limiter l'obstruction au flux dans les oueds et canaux lors des crues.

#### **Niveau administratif d'intervention :**

- l'assemblée populaire communale (le plan d'aménagement de wilaya (PAW))
- Local, régional (APC, Wilaya, Etat, EPIC) [45]



**Figure 65: Gestion des déchets. [45]**

#### **IV.4 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons réalisé la carte des pentes et la carte des altitudes de la ville d'Ain Témouchent, en se basant sur le model numérique de terrain MNT et en utilisant l'outil informatique et le logiciel ArcMap 10.2 pour intégrer l'ensemble des informations.

Ces deux cartes thématiques (pente et altitude) représentent les facteurs dominant qui engendrent le risque des l'inondations.

Pour élaborer la carte de la vulnérabilité des sols à l'inondation, nous avons procéder au croisement et la superposition des deux cartes, le résultat de cette manipulation nous a permet de cartographier la carte finale.

Et en fin nous avons dressé l'ensemble des recommandations et les mesures à prendre en considération pour faire face au risque d'inondation et pour protéger les habitants et les infrastructures de la ville.

## **Conclusion générale :**

L'objet de ce travail de thèse était de réaliser la cartographie des zones inondables de la ville d'Ain Temouchent .

Dans une première phase nous avons pu découvrir la région étudiée en couvrant tous ses aspects géographiques, géologiques, sismique, volcanique et notamment les caractéristiques morphologiques, climatiques et hydrogéologiques qui influencent sur le phénomène des inondations .Egalement nous avons tenté de construire un système d'information sur l'histoire des événements, pour faciliter la gestion et rendre l'analyse des données plus simple et plus rapide.

Dans une deuxième phase nous avons traité le phénomène d'inondation qui se présente sous plusieurs formes, en effet, il existe différents types d'inondations : les inondations par débordement direct, les inondations par débordement indirect et les inondations par ruissellement .Ces inondations sont déclenchées par différents facteurs tels que la quantité de pluie ou bien encore l'état des sols. Ensuite, les principaux types de dégâts sont les dégâts matériels et les pertes humaines.

Sur la troisième phase nous avons abordé la cartographie, les projections cartographiques, les principales projections utilisées en Algérie et les transformations de coordonnées, cette étude nous a permis de comprendre toutes les étapes à suivre pour la réalisation des cartes de différents types.

Dans une dernière phase nous avons élaboré la carte des pentes et la carte des altitudes de la ville d'Ain Temouchent ,en se basant sur le modèle numérique de terrain MNT et en utilisant l'outil informatique et le logiciel ArcMap 10.2 pour intégrer l'ensemble des informations.

Ces deux cartes thématiques (pente et altitude) représentent les facteurs dominants qui produisent le risque des inondations.

Et pour établir la carte de la vulnérabilité des sols à l'inondation, nous avons procédé au croisement et la superposition des deux cartes, le résultat de cet rapprochement nous a permis de cartographier la carte finale.

Et en fin nous avons redressé les propositions, des recommandations et des mesures à prendre en considération pour réduire les conséquences d'inondation et pour la protection des habitants et les infrastructures de la ville.



## Référence:

- [1] «chapitre2:Présentation de la ville d'Ain Témouchent,» 2017. Available: <http://pmb-int.cuniv-aintemouchent.dz/memoire/CHAPITRE-II.pdf>.
- [2] «wilaya ain temouchent,» Available: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya\\_d%27A%C3%AFn\\_T%C3%A9mouchent](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_d%27A%C3%AFn_T%C3%A9mouchent).
- [3] «andi (wilaya ain temouchent ) invest in algeria,» 2013. Available: [http://www.andi.dz/PDF/monographies/Ain\\_temouchent.pdf](http://www.andi.dz/PDF/monographies/Ain_temouchent.pdf).
- [4] «minister de l industrie et des mines -agence nationale d intermedration et de regulation foncier,» republique algerienne democratique et populaire ,.
- [5] «ain temouchent,» Wikipidia (l encyclopidie libre), Available: [https://fr.wikipedia.org/wiki/A%C3%AFn\\_T%C3%A9mouchent#Relief\\_et\\_g%C3%A9ologie](https://fr.wikipedia.org/wiki/A%C3%AFn_T%C3%A9mouchent#Relief_et_g%C3%A9ologie).
- [6] D. FATIHA, contribution a l'elaboration d'une geodatabase dureseau hydrographique cas/la region d'aintemouchent, AIN TEMOUCHENT, 2015.
- [7] C. AUGUSTO, «etude d'optmisation d'exploitation du gisement de pouzzolane a la carriere de ghar ben brikhousociete des ciments de beni saf(SCIBS),»
- [8] «climat ain temouchent (algerie),» cimate-data.org, Available: <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/ain-temouchent/ain-temouchent-45189/>.
- [9] «Météo habituelle à Ain Temouchent Algérie,» weather spark,
- [10] «climat ain temouchent,» meteoblue, Available: [https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/a%C3%AFn-temouchent\\_alg%C3%A9rie\\_2507901](https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/a%C3%AFn-temouchent_alg%C3%A9rie_2507901).
- [11] M. Abdelhak, «Etude et conception d'un réseau d'irrigation localisé(Cas de la wilaya d'Ain-Temouchent),» juin 2015.

- [12] « Etude de la sismicité du Nord algérien ( chapitre 2)unive-tlemcen,» .Available: <http://dSPACE.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/5825/3/chapire.pdf>.
- [13] «La tectonique active de la région nord-algérienne,» 19 octobre 2005. [En ligne]. Available: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/>
- [14] E. Y. e. L. Oussama, «analyse des variations spatio-temporelles de la sismicité: Application à la zone de collision Maghrébine,» 21 juin 2016. Available: <http://dSPACE.univ-km.dz/jspui/bitstream/123456789/1995/1/memoirePFE.pdf>.
- [15] «inondation (gouvernement de canada),» . Available: <https://www.preparez-vous.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/flds-wtd/flds-wtd-fra.pdf>.
- [16] R. L. Helga-Jane Scarwell, «Le risque d'inondation à la croisée de processus liés à la nature et de dynamiques territoriales,» openedition books, 2004. Available: <https://books.openedition.org/septentrion/15682?lang=fr>.
- [17] «les innodations et les submersions marines,» eaufrance, 11 avril 2019. Available: <https://www.eaufrance.fr/les-inondations-et-les-submersions-marines>.
- [18] C. B. Nadine AYRAULT, «INERIS (Analyse des Risques et Prévention des Accidents Majeurs(DRA-34)),» novembre 2004. Available: [https://www.preventionweb.net/files/4134\\_87web.pdf](https://www.preventionweb.net/files/4134_87web.pdf).
- [19] «submersion marine(inondation),» georisques (minister de la transition ecologique et solidaire). Available: [https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/inondations/submersion\\_marine](https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/inondations/submersion_marine).
- [20] «inondation (risques),» gouvernement (liberte egalite fraternite), Available: <https://www.gouvernement.fr/risques/inondation>.
- [21] H. I. e. B. Ismahane, «lutte contre les inondationsde la communed de Bouhachanna a l'Université 8 Mai 1945 de Guelma,» . Available: <http://dSPACE.univ-guelma.dz>.
- [22] D. KHALIFA, «Contribution à l'étude de l'aléa "inondations": Genèse et prédiction Cas de la vallée d'El-Abadia (w.Ain Defla) ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah,» 14 janvier 2015..

- [23] «qu'est ce q'une crue ,une inondation?,» l'eau en poitou-charentes, août 2009.  
Available: <http://www.eau-poitou-charentes.org/Qu-est-ce-qu-une-crue-une.html#inondations>.
- [24] P. D. -. P. d. GTI, «Comment détermine-t'on un aléa d'inondation?,» cwepps, 2007.  
Available: <http://www.cwepps.org/inondAlea.htm>.
- [25] S. A. HABOUL KHADIDJA, «La prise en compte des risques d'inondations dans la planification urbaine,«cas de la ville deBab El oued» Université Abderrahmane Mira – Bejaia,» 25 juin 2018.
- [26] «les types de crue,» syndica mixtedu bassin de lot. Available:  
<http://www.valleedulot.com/fr/bassin-versant-lot/inondations/types-crues.php>.
- [27] «Comprendre les crues éclair,» c-prim, Available: <https://www.c-prim.org/documentation/dossiers-th%C3%A9matiques/comprendre/>.
- [28] M. M. O. & A. M. Rabie, «protection des villes contre les inondations cas du centre d'ain fezza tlemcen . Université ABOU BEKR BELKAID,» 2016.
- [29] «Qu'est-ce qu'un risque majeur ?,» Les services de l'État. dans les Alpes-de-Haute-Provence, 2011-2012. Available: <http://www.alpes-de-haute-provence.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Prevention-des-Risques/DDRM-04-edition-2017/Introduction/Notions-de-base-et-definitions-sur-le-risque-majeur>.
- [30] A. KAMAL, «la lutte contre les inondations,» . Available:  
[http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8237/MURS\\_1990\\_19-20\\_61.pdf](http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8237/MURS_1990_19-20_61.pdf).
- [31] «wikipidea,» [En ligne]. Available:  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Carte\\_afrique\\_1853.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Carte_afrique_1853.jpg).
- [32] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire\\_de\\_la\\_cartographie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_la_cartographie).
- [33] S. Bengt Rystedt, «CARTOGRAPHIE,» Septembre 2014.
- [34] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cartographie>.

- [35] <http://www.uel.br/cce/geo/didatico/omar/manuel-cartographie.pdf>.
- [36] «carte algerie,» [En ligne]. Available: <http://www.carte-algerie.com/>.
- [37] <http://www.highsea.cz/map/INT301.JPG?fbclid=IwAR19HKPVXZt3VfuFszj3EzB111aMNDkOH58zyhBdNC4soXeu-HpFhVUrkfE>).
- [38] [https://www.enna.dz/carte\\_croisiere.htm](https://www.enna.dz/carte_croisiere.htm).
- [39] M. Vendé-Leclerc, *Cartographie et sémiologie*, 2017.
- [40] D. H. D. Thomas K. Poiker, «Cartographie par ordinateur,» 3 février 2014.
- [41] <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/92-195-x/2011001/other-autre/mapproj-projcarte/m-c-fra.htm>.
- [42] P. SILLARD, «LES PROJECTIONS ET RÉFÉRENTIELS,» Septembre 2000.
- [43] D. FATIHA, «centre universitaire ain temouchent,» juin 2015. Available: <http://pmb-int.cuniv-aintemouchent.dz>
- [44] [https://fr.qwe.wiki/wiki/Reference\\_ellipsoid](https://fr.qwe.wiki/wiki/Reference_ellipsoid).
- [45] f. RAHAL, *Les systèmes d'information géographique appliqués à l'Architecture et à l'Urbanisme sous le logiciel MapInfo.*, 2014-2015.
- [46] <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/about-geographic-coordinate-systems.htm>.
- [47] <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/about-projected-coordinate-systems.htm>.
- [48] D. M. & S. SOURIS, *projection*, 2012 .
- [49] C. a. E. L. U. Miljenko Lapaine, *Projections cartographiques et systèmes de références*, Etats-Unis .
- [50] <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.7/map/projections/geographic-transformation-methods.htm>.

- [51] M. NASREDDINE, «Protection de la ville de Tamazoura contre les inondations,» 04 juin 2018.
- [52] «e-plan-orsec-faire-face-a-des-situations-exceptionnelles,» Available: <https://www.ladepeche.fr/article/2009/01/24/529757-le-plan-orsec-faire-face-a-des-situations-exceptionnelles.html>.
- [53] «Japan flooding leaves dozens dead and missing,» france 24, Available: <https://www.france24.com/en/20200705-japan-flooding-leaves-dozens-dead-and-missing>.
- [54] «L'ONA lance l'opération de curage des avaloirs,» Available: <http://www.liberte-algerie.com/centre/lona-lance-loperation-de-curage-des-avaloirs-345204>.
- [55] «MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU(Diagnostic du Risque),» MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU, SEPTEMBRE 2014.
- [56] «ANNEXE 1 : Fiches techniques des,»