



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Ecologie et Environnement

Option : Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement

Intitulé :

Types de précipitations torrentielles et leurs relations avec les inondations dans les wilayas de Constantine, Mila et Guelma

Présenté et soutenu par : Benahsene Otmane Seif Eddine

Le : .././20..

Jury d'évaluation :

**Président : Pr. ALATOU D
Encadreur: Pr. BENDERRADJI MEH
Examineur : MCB. ARFA AMT
Examineur : MAB. GANA M**

**Prof - UFM Constantine 1.
Prof - UFM Constantine 1.
MAA- UFM Constantine 1.
MAA- UFM Constantine 1.**

*Année universitaire
2019– 2020*

Remerciements

Je tiens à remercier le professeur Mohamed El Habib Benderradji pour la qualité de son engagement et son grand intérêt envers mon mémoire de fin d'étude.

Le travail avec lui m'a apporté une richesse scientifique grâce à son expérience et à sa disponibilité tout au long de la réalisation de mon mémoire. Merci pour votre confiance.

Je tiens grandement à remercier M Djamel Alatou professeur à l'université Frères Mentouri Constantine d'avoir accepté de juger ce travail et de participer à ce jury en qualité de
Président

Mes remerciements à Monsieur ARFA Azzedine Maitre de conférences B à l'université frères Mentouri Constantine d'avoir accepté de juger ce travail et de m'avoir fait l'honneur de faire partie de mon jury de thèse.

Je remercie chaleureusement GHANA Mohamed Maitre-assistant B à l'université frères Mentouri Constantine pour avoir accepté de juger ce travail.

Un grand merci à Monsieur Bouaicha Fouad pour son aide précieuse.

Je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

*Mes parents qui m'ont soutenu tout au long de mon
parcours universitaire.*

Merci pour votre encouragement et votre patience.

Mes sœurs, mes tantes, mes amis

Tous ceux qui ont cru en moi.

SOMMAIRE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Introduction générale..... | 1 |
| Chapitre I : Synthèse Bibliographique | |
| I. Introduction..... | 3 |
| I.1. Bassin versant..... | 3 |
| I.2. Cours d'eau..... | 4 |
| a) Morphologie d'un cours d'eau..... | 4 |
| I.3. Pluie torrentielle..... | 4 |
| I.4. Définition des Concepts : Inondation, Précipitation et Crue..... | 5 |
| a) Définition des précipitations..... | 5 |
| b) Formation et typologie..... | 5 |
| 1. Précipitations de type frontal ou cyclonique..... | 5 |
| 2. Précipitations orographiques..... | 6 |
| 3. Précipitations convectives..... | 7 |
| I.5. INONDATION..... | 7 |
| a) Mécanismes de l'inondation..... | 7 |
| 1. Les facteurs physiques qui influencent les inondations sont..... | 7 |
| 2. Les facteurs aggravants le risque d'inondation sont..... | 7 |
| b) Les différents Types d'inondations..... | 8 |
| 1. Les inondations par ruissellement en secteur urbain..... | 8 |
| 2. Inondations par remontées des nappes phréatiques..... | 8 |
| 3. Inondations marines..... | 9 |
| 4. Les inondations des plaines..... | 10 |
| 5. Les inondations par crues torrentielles..... | 11 |
| I.6. Crue..... | 11 |
| a) Genèse des crues..... | 12 |
| I.7. Torrents et rivière torrentielle..... | 12 |
| I.8. Vulnérabilité..... | 12 |
| I.9. Risque d'inondation..... | 13 |
| I.10. L'aléa..... | 13 |

| | |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| I.11. L'enjeu..... | 14 |
| I.12. Le débit et régime d'un cours d'eau..... | 14 |

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| I.1. Constantine..... | 16 |
| a) Situation géographique..... | 16 |
| b) Relief..... | 16 |
| c) Contexte hydro-climatique..... | 17 |
| d) La morphologie de l'Oued Rhumel..... | 19 |
| 1. Le lit mineur..... | 20 |
| 2. Le lit moyen de débordement..... | 20 |
| 3. Le lit majeur d'inondations..... | 20 |
| e) La morphologie de l'Oued Boumerzoug..... | 21 |
| f) Les risques d'inondations..... | 21 |
| g) Caractéristiques générales des crues..... | 21 |
| h) Eléments exposés aux risques d'inondations à Constantine..... | 22 |
| 1. Section de l'Oued Boumerzoug, zone industrielle..... | 22 |
| 2. L'entrée des gorges de Constantine..... | 23 |
| I.2. Guelma..... | 23 |
| a) Situation géographique..... | 23 |
| b) Conditions climatiques..... | 23 |
| c) Le relief..... | 24 |
| d) Description de la vallée d'oued Seybouse..... | 24 |
| e) Les grands ensembles lithologiques et leurs caractéristiques hydrogéologiques..... | 24 |
| 1. Haute Seybouse..... | 24 |
| 2. Basse Seybouse..... | 26 |
| I.3. Mila..... | 27 |
| a) Situation géographique..... | 27 |
| b) Relief..... | 27 |
| c) Le climat..... | 28 |
| d) Présentation du bassin versant Kebir-Rhumel..... | 28 |

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| e) Localisation du sous bassin versant de l'Oued Kotone..... | 28 |
| II.1. Données de précipitation de Constantine..... | 30 |
| a) Les inondations à Constantine..... | 30 |
| II.2. Données des précipitations de Guelma..... | 32 |
| a) Les inondations à Guelma..... | 32 |
| II.3. Les données de précipitations de Mila..... | 34 |
| a) Les inondations à Mila..... | 34 |

Chapitre III : Résultats et discussion

| | |
|-----------------------------------------------------------|----|
| I.1. Résultats et discussion..... | 35 |
| I.2. Identification des dommages et des conséquences..... | 35 |
| I.3. Lutte contre les inondations..... | 37 |

Chapitre IV : Conclusion générale

| | |
|--------------------------------|----|
| IV. Conclusion..... | 40 |
| Référence bibliographique..... | 41 |
| Annexes..... | 42 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figure 1 : Représentation du bassin versant..... | 3 |
| Figure 2 : Exemple d'une morphologie d'un cours d'eau..... | 4 |
| Figure 3 : Précipitations de type frontal..... | 6 |
| Figure 4 : Précipitations orographiques..... | 6 |
| Figure 5 : Précipitation convectives..... | 7 |
| Figure 6 : Inondation par ruissellement..... | 8 |
| Figure 7 : Inondation par remontée de nappe..... | 9 |
| Figure 8 : Inondation par submersion..... | 10 |
| Figure 9 : Inondation de plaine..... | 11 |
| Figure 10: Structure morphologique d'un cours d'eau torrentiel..... | 12 |
| Figure 11 : Risque..... | 13 |
| Figure 12 : Aléa..... | 14 |
| Figure 13 : Enjeu..... | 15 |
| Figure 14 : Situation géographique de Constantine..... | 16 |
| Figure 15 : Marc Cote 1974..... | 19 |
| Figure 16 : Bassin de la Seybouse..... | 25 |
| Figure 17 : Eaux de surface..... | 30 |
| Photo 1 : Crue de Guelma..... | 37 |
| Photo 2 : Inondation de Guelma..... | 37 |
| Photo 3 : Inondation à Constantine..... | 37 |
| Photo 4 : Crue à Constantine..... | 38 |
| Photo 5 : Crue à Constantine..... | 38 |

Liste des cartes

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Carte 1 : Carte des principaux barrages du bassin de Kèbir-Rhumel. (ABH, C.S.M, 2009)..... | 28 |
| Carte 2 : Carte de situation du sous bassin de l'oued Kotone (INCT)..... | 29 |

Liste des tableaux

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tableau N1 : Eléments exposés aux risques d'inondations à Constantine..... | 22 |
| Tableau N2 : Données des Précipitations Mensuelles de Constantine ANRH (2020)..... | 30 |
| Tableau N3 : Donnée de précipitation mensuelle 1984..... | 31 |
| Tableau N4 : Donnée de précipitation mensuelle 1994..... | 31 |
| Tableaux N6 : Données des précipitations mensuelles 2001 2002 2003..... | 32 |
| Tableau N7 : Pj Max Heliopolis. ANRH 2020..... | 32 |
| Tableau N8 : Pj Max Heliopolis. ANRH 2020..... | 32 |
| Tableau N9 : Données des précipitations Mensuelles de Guelma. ANRH 2020..... | 32 |
| Tableau N10 : Pj MAX 1984..... | 33 |
| Tableau N11 : Pj Max 1985..... | 33 |
| Tableau N12 : Donnée de Précipitation Mensuelle 2002..... | 34 |
| Tableau N13 : Données des précipitations M de Mila. ANRH 2020..... | 34 |
| Tableau N14 : Donnée de Précipitation Mensuelle 2001..... | 35 |

Introduction Générale

Introduction générale

De tous les aléas naturels, l'inondation, que l'on peut définir comme une submersion temporaire, rapide ou lente, naturelle ou artificielle, de zones habituellement hors d'eau est celui, qui est le plus courant et présente le plus de facettes. Les inondations ont toujours eu un caractère magique ou religieux et les zones inondables ont toujours été des territoires aussi contraignants qu'attractifs. Selon les zones climatiques, les cultures et les époques, les inondations sont tantôt considérées comme une contrainte qui limite les capacités d'aménagement des sociétés humaines et leur confort de vie (en particulier dans les pays de la zone tempérée sans pénurie d'eau), ou comme un bienfait et un besoin vital qui conditionne l'économie et le bien-être des populations.

De ce fait, les inondations représentent aujourd'hui un danger pour les biens et les personnes dans la plupart des régions du globe. La récurrence des inondations de ces dernières années a mis en exergue la croissance continue de la vulnérabilité, donc des dommages. Elles affectent durablement les économies locales voire nationales malgré des politiques de prévention complétées et renforcées au fil des événements. (<https://ressources.uved.fr/>)

En effet, les inondations sont au premier rang des catastrophes naturelles dans le monde. Ce sont les plus fréquentes et les plus coûteuses en termes de souffrance humaine et de pertes économiques. A l'échelle mondiale, plus de 500 millions de personnes sont affectées par les inondations.

L'Algérie est marquée par de nombreuses inondations dont plusieurs étaient meurtrières, les plus récentes sont : Batna 2018, Ain El Kebira dans la wilaya de Sétif (mai, 2018), Constantine (aout 2016), Tiaret(2018).

La gestion des inondations doit impliquer tous les acteurs concernés (décideurs, techniciens, population et université) et doit être intégrée pour permettre une gestion du risque et ceci nécessite la prévision de crues en temps réel.

L'objet de notre étude est de définir la relation entre les pluies torrentielles et les inondations dans les trois wilayas (Constantine, Mila, et Guelma)

De ce fait, la méthodologie choisie repose sur l'identification de la torrencialité des précipitations et leurs relations avec les inondations.

Enfin, le dernier axe de l'étude propose des solutions, pour lutter contre les inondations et limiter leur impact. Toutes les inondations à caractère catastrophique sont signalées avec leur impacte et leur date.

CHAPITRE I

I. Introduction

Les zones inondables sont soumises à différents types d'inondation, dont, les caractéristiques influencent le déroulement des crises mais aussi 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 ne 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. Si les zones inondables n'étaient pas ou peu occupées par l'Homme, les inondations n'auraient pas provoqué des catastrophes susceptibles de marquer les esprits.

(Bachi; 2011).

Ce chapitre présente les notions et concepts fondamentaux liés au risque d'inondation, ses causes, ses modalités de survenance et de déroulement, ainsi que les enjeux et leurs vulnérabilités.

I. 1. Bassin versant :

Le bassin versant correspond à l'ensemble d'un territoire drainé par un cours d'eau principal et ses affluents (Figure 1). Les limites d'un bassin versant, soit la ligne de partage des eaux, sont déterminées par la direction de l'écoulement des eaux à partir du plus haut sommet.

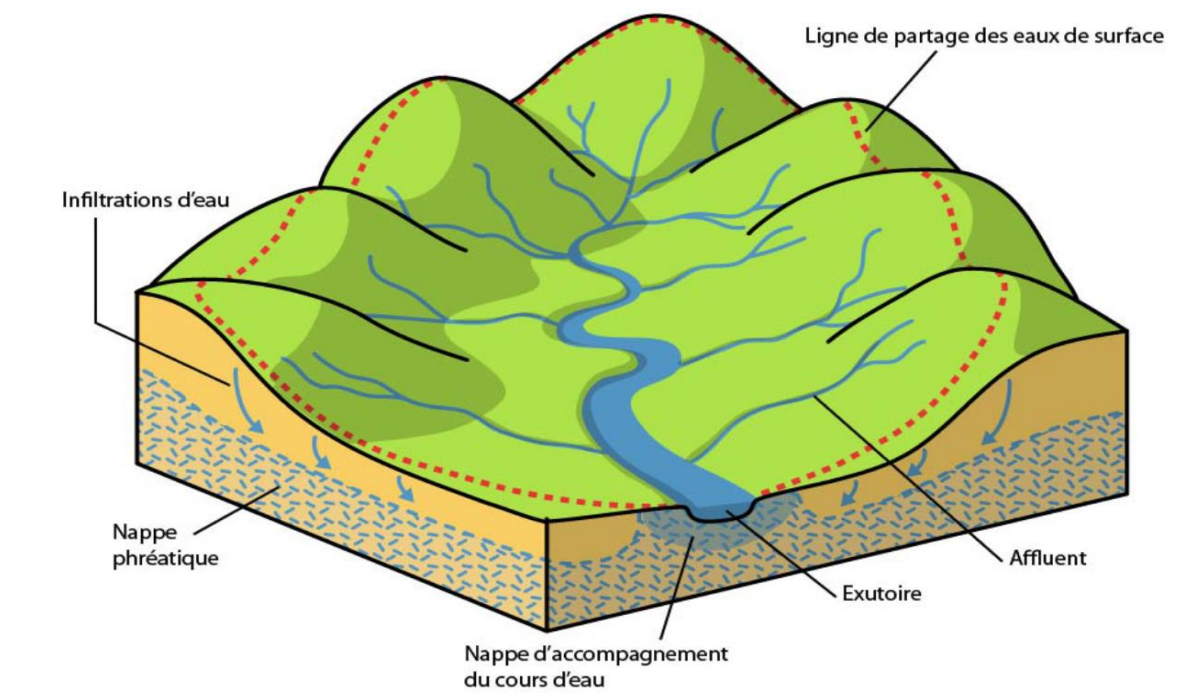


Figure 1 : Représentation du bassin versant

I. 2. Cours d'eau

Les cours d'eau sont des milieux dynamiques qui évoluent perpétuellement en fonction des caractéristiques physiques et saisonnières. La qualité de vie d'un cours d'eau dépend de nombreux facteurs tels que, la vitesse du courant, la sinuosité, le débit, la qualité de la ripisylve et le taux d'oxygène dissout. Ces facteurs peuvent être dégradés ou modifiés. C'est pourquoi les cours d'eau doivent être entretenus ou aménagés afin de maintenir leurs différentes fonctionnalités liées à différents usages.

a) Morphologie d'un cours d'eau

La morphologie des cours d'eau correspond à la forme qu'ils adoptent en fonction des conditions climatiques et géologiques (nature du sol, débit, pente, granulométrie du fond, etc.) (Figure 2). Leur aspect évolue ainsi d'amont en aval mais également de façon transversale : on parle alors de faciès d'écoulement. (SAHBI 2018).

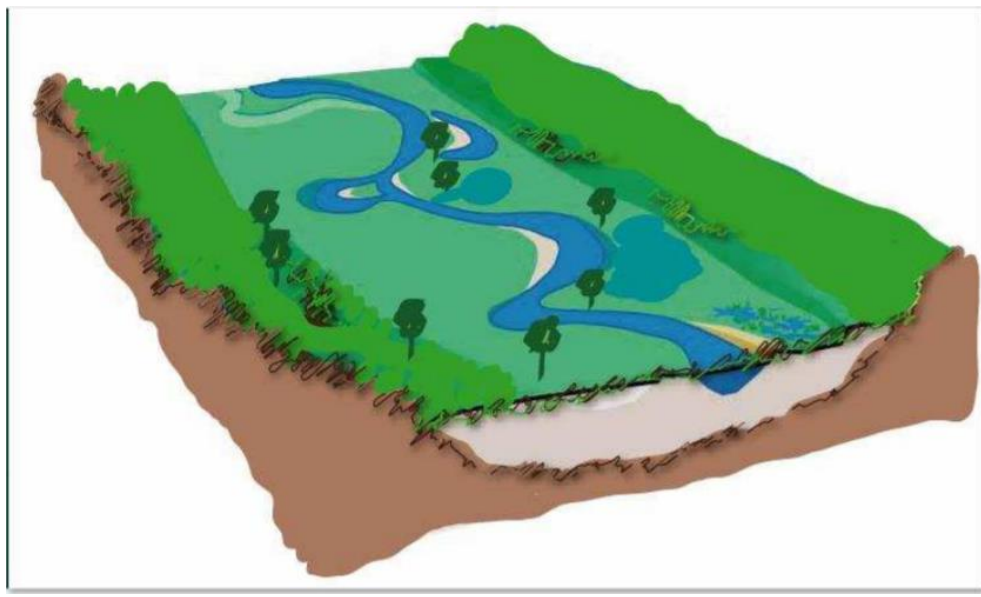


Figure 2 : Exemple d'une morphologie d'un cours d'eau

I. 3. Pluie torrentielle

En météorologie, une pluie torrentielle est une tempête de pluie, une précipitation particulièrement intense, généralement très courte et extrêmement forte, au cours de laquelle le taux de pluie est égal ou supérieur à 30 mm par heure. Bien que les pluies torrentielles soient généralement de courte durée, compte tenu de leur intensité, ce phénomène peut créer des conditions d'inondation, en particulier dans les zones prédisposées. Ce sont des phénomènes

typiquement associés à des orages violents et durables, souvent accompagnés de vents très forts, généralement liés à des nuages orageux ou à de véritables cyclones extratropicaux violents.

(<https://www.aquaportail.com/definition-14340-pluie-torrentielle.html>.)

I. 4. Définition des Concepts : Inondation, Précipitation et Crue

a) Définition des précipitations

Les précipitations sont selon le Glossaire International d'Hydrologie (1992), « Produits, sous forme liquide ou solide, de la condensation de la vapeur d'eau, tombant des nuages ou déposés par l'air humide sur le sol ».

Les précipitations sont le processus le plus important du cycle hydrologique vu leur simplicité relative de mesure par rapport aux autres processus. Les précipitations se produisent sous différentes formes, qui se distinguent en deux parties essentielles. Les précipitations liquides se constituent essentiellement de pluies et de bruines qui s'intègrent immédiatement dans le cycle hydrologique. Les précipitations solides quant à elles, se constituent de neige et grêle, qui séjournent un temps plus ou moins long pour rejoindre le cycle d'eau sous forme liquide.

b) Formation et typologie

Le déclenchement des précipitations est dû à la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique en forme de gouttelettes autour des particules microscopiques suspendues dans l'atmosphère. Ces fines gouttelettes d'eau qui se condensent sur les particules de poussière pour créer un nuage, montent vers des couches d'air plus froides. [Plus les gouttelettes grossissent et se rapprochent les unes des autres, ainsi, elles ne peuvent plus flotter et elles commencent à descendre lentement, de l'intérieur du nuage vers sa base]. Lorsque la taille de la gouttelette de bruine dépasse un certain seuil, elle se met à tomber plus vite. Selon leurs mécanismes d'ascendance les précipitations peuvent se classer en trois types :

1. Précipitations de type frontal ou cyclonique:

Ce type de précipitation est lié à la confrontation de deux masses d'air formant des fronts, l'air froid plus dense se glisse sous l'air chaud et l'oblige à se soulever et se refroidir. Les précipitations seront d'autant plus abondantes, que l'ascendance est rapide, et la masse d'air chaude plus humide.

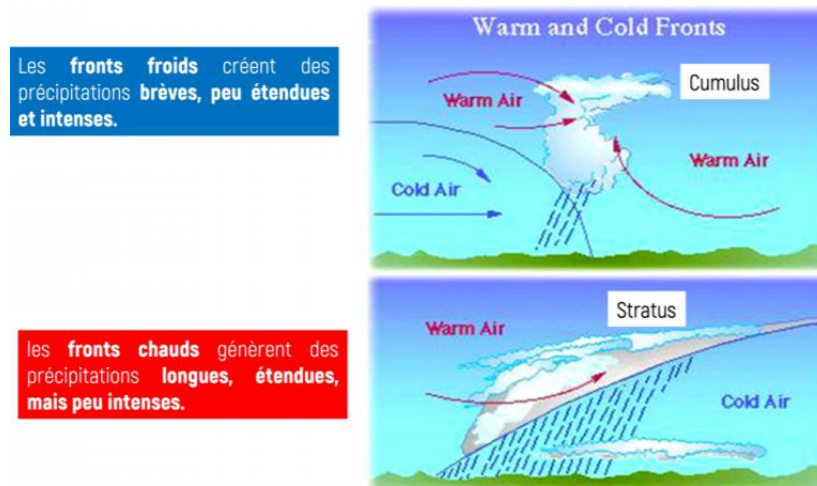


Figure 3 : Précipitations de type frontal

2. Précipitations orographiques:

Du mot grec **oros** qui signifie montagne. Ces précipitations résultent de la présence d'un obstacle topographique sur le trajet des masses d'air provoquant ainsi leur ascendance. Ce type de précipitation est caractérisé par une variabilité spatiale remarquable entre le versant au vent et le versant sous le vent ce qui est connu en hydrologie par l'effet d'abri ou l'effet Fohen.

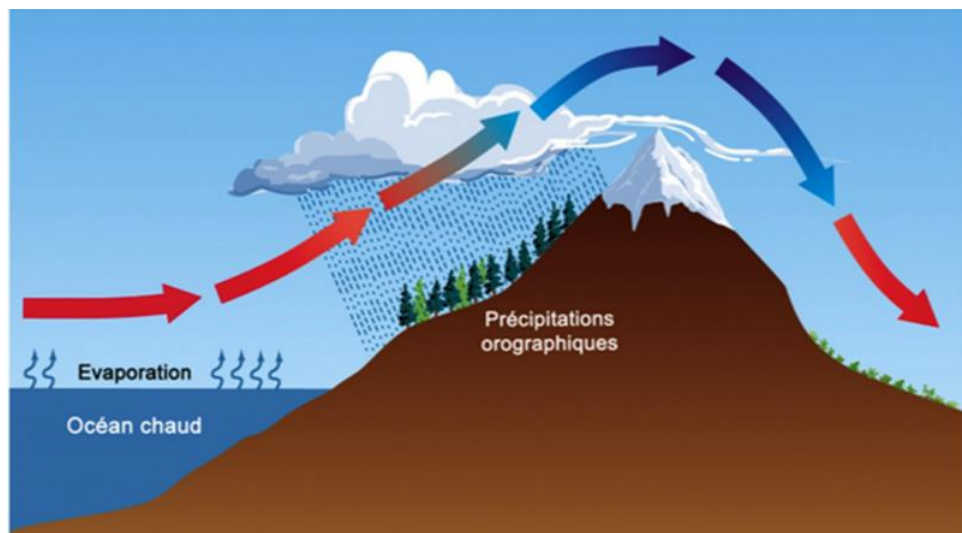
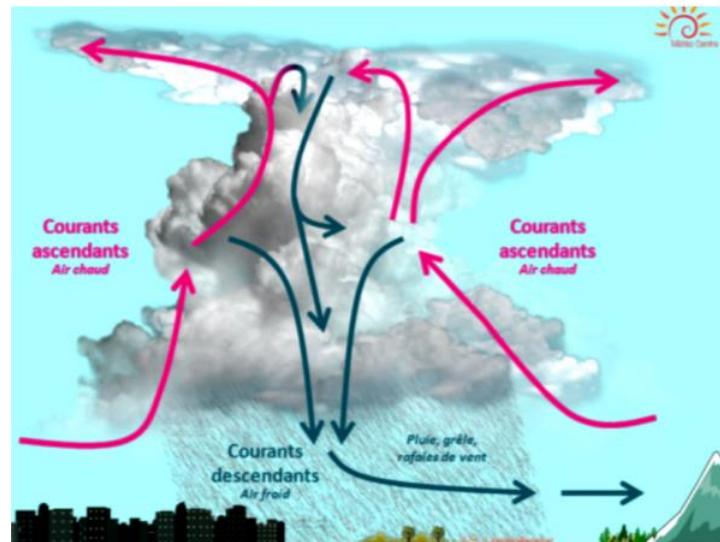


Figure 4 : Précipitations orographiques

3. Précipitations convectives:

Les masses d'air en contact avec la surface de sol réchauffée deviennent instables ce qui provoque leur ascendance. Ce type de précipitation est caractérisé par son intensité et brièveté. (Chachoua., 2010).



Cellule de convection donnant des précipitations convectives

Figure 5 : Précipitations convectives

I. 5. INONDATION

Le mot inondation vient du latin « inundatio » qui signifie submersion. Une inondation est un débordement d'eau qui submerge la terre. Elle est consécutive à des crues, consistant en l'étalement du flux d'eau en dehors du lit mineur d'un cours d'eau, provoquant la submersion des terres avoisinantes. Une catastrophe naturelle peut résulter d'une inondation par la pluie, un tsunami, un débordement de rivière.

<https://www.aquaportail.com/definition-5216-inondation.html>

a) Mécanismes de l'inondation :

1. Les facteurs physiques qui influencent les inondations sont :

- Le régime des pluies
- Le relief
- La taille du bassin versant
- L'état des sols

2. Les facteurs aggravants le risque d'inondation sont :

- L'usage et l'occupation des sols
- Aménagements du territoire

- Le manque d'entretien des cours d'eau

b) Les différents Types d'inondations :

1. Les inondations par ruissellement en secteur urbain :

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

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

Le ruissellement pluvial urbain peut provoquer d'importantes inondations lorsque les chenaux d'écoulement, et urbain deviennent insuffisamment dimensionnés, après urbanisation et imperméabilisation des sols.

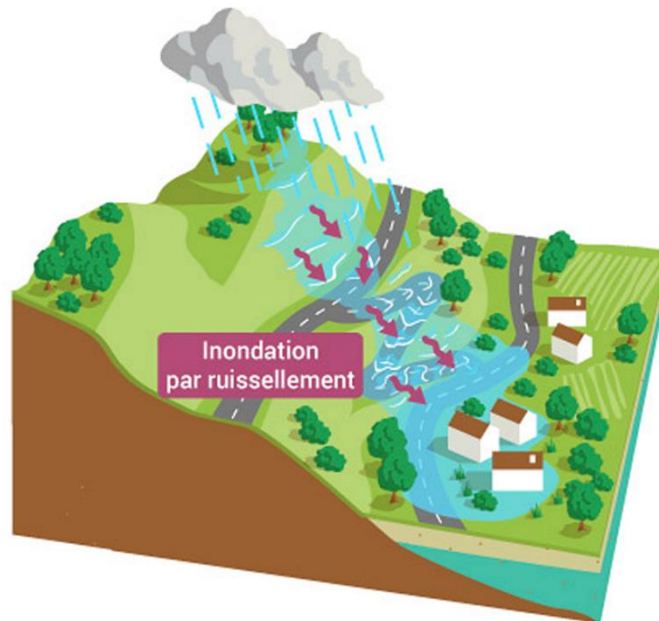


Figure 6 : Inondation par ruissellement

2. Inondations par remontées des nappes phréatiques :

Elles correspondent à des inondations par débordement indirect qui se manifestent par la remontée de la nappe phréatique laquelle, affleure en surface et/ou par l'intrusion d'eau dans les différents réseaux d'assainissement. Les désordres liés à ce type d'inondation se traduisent

par des remontées sous Bâtisses, l'ennoyage des ouvrages souterrains, la déstabilisation et tassements de remblai, des glissements de terrain, des perturbations sur les réseaux publics, des pressions sous les constructions, etc.

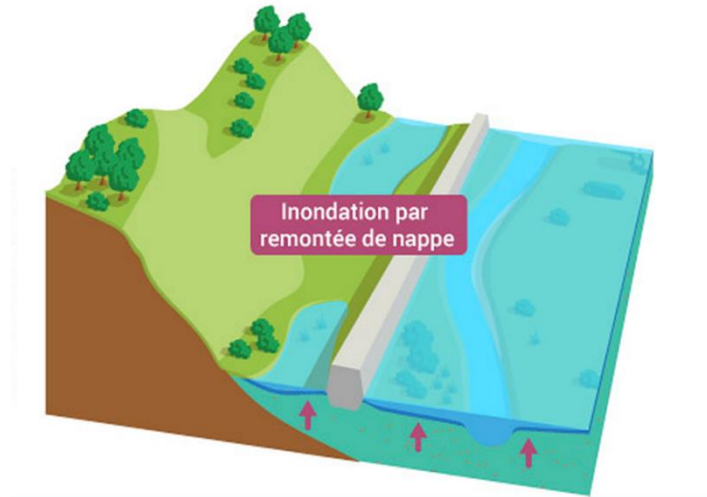


Figure 7 : Inondation par remontée de nappe

3. Inondations marines :

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques fortes dépressions et vents de mer et forts coefficients de marée. Elles se traduisent par l'invasion due à des eaux salées particulièrement agressives. Elles se manifestent soit lors d'un raz de marée ou de tsunami (occurrence très faible, mais phénomène dévastateur), soit lors d'une tempête (surcote marine, vents et précipitations importants) ou en cas de rupture des défenses contre la mer (dans ce cas, les risques se concentrent le long du boulevard de littoral dans les secteurs dépressionnaires)

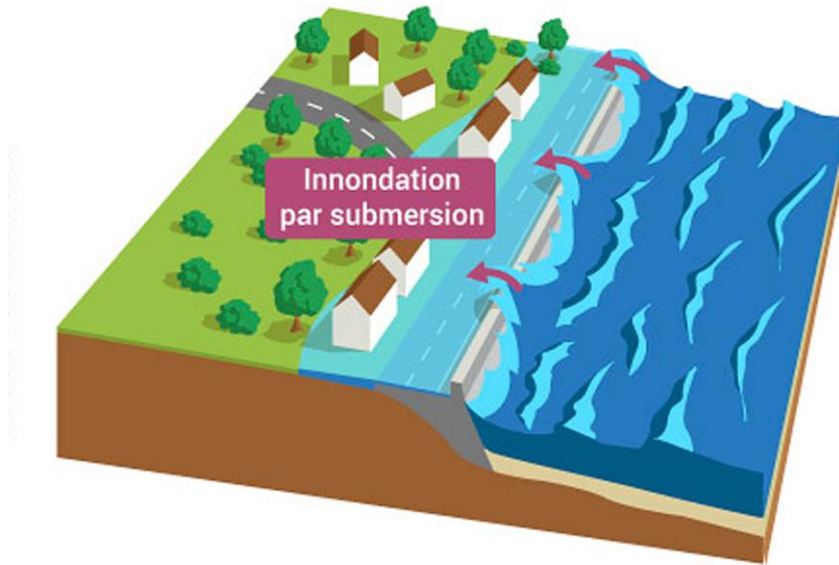


Figure 8 : Inondation par submersion

4. Les inondations des plaines

Les crues de plaine (on parle aussi de crues fluviales) surviennent à la suite d'épisode pluvieux océaniques prolongés mais d'intensité modérée, s'abattant sur des sols où le ruissellement est long à déclencher, le cours d'eau sort de son lit ordinaire pour occuper son lit majeur, et l'inondation est caractérisée par une montée lente des eaux, le débordement du cours d'eau peut parfois être précédé de remontées des nappes phréatiques. La durée de submersion peut atteindre plusieurs jours à quelques semaines.

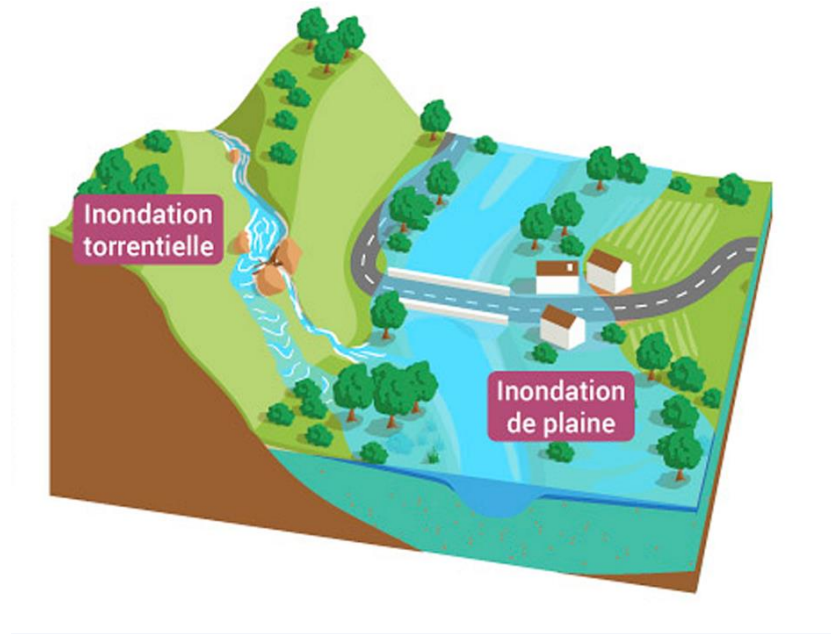


Figure 9 : Inondation de plaine

5. Les inondations par crues torrentielles :

Les crues torrentielles sont des phénomènes brusques et violents résultant d'épisodes pluvieux intenses et localisés, du type d'orages convectifs. Si la vitesse de montée des eaux est extrêmement rapide, la décrue l'est également. On parle aussi de crues éclairs pour désigner des crues torrentielles survenant de très petits bassins versants et se forment en quelques heures (Aissa Madaoui, 2016)

I. 6. Crue :

D'après le Glossaire International d'Hydrologie (1992) la crue est « Submersion par l'eau débordant du lit normal d'un cours d'eau ou d'autres surfaces d'eau, ou accumulation d'eau provenant de drainages, sur des zones qui ne sont pas ordinairement submergées ». (<https://hydrologie.org/>)

La crue correspond à la montée des eaux d'un cours d'eau, l'inondation au phénomène qui en résulte l'eau débordante, se répand sur les terrains alentours. Elle est due à des précipitations en forte quantité, auxquelles peut s'ajouter un sol imperméable ou devenu imperméable suite à une sécheresse importante : le sol n'absorbe plus la quantité d'eau qui lui parvient.

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). (Kebaili; Benlouar. 2018)

a) Genèse des crues.

Sous les termes de crues et d'inondations se cache un phénomène multiforme. Les crues, terme plutôt hydrologique, désigne le dépassement d'un certain débit ou d'une certaine hauteur par un cours d'eau. Cette hauteur d'eau peut être qualifiée en fonction de sa durée de retour : crue décennale pour une hauteur d'eau ou un débit qui a une chance sur dix de se produire chaque année.

Le terme inondation est d'acceptation 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 de l'eau, le volume d'eau écoulé et la hauteur d'eau. Ces paramètres sont essentiels pour comprendre les dommages et instaurer des politiques de prévention efficaces.

(AISSA MADAOUÏ ; AISSA MADAOUÏ. 2016)

I. 7. Torrents et rivière torrentielle

Torrents: est un cours d'eau à régime rapidement variable, de pente moyenne supérieure à 6 %, caractérisé par un transport solide souvent abondant. La rivière torrentielle, quant à elle, est de pente moyenne comprise entre 1,5 et 6 %, elle n'atteint jamais un profil d'équilibre et elle est sujette à des crues subites. (SAHBI; 2018)



Figure 10: Structure morphologique d'un cours d'eau torrentiel

I. 8. Vulnérabilité

La vulnérabilité est une notion composite. Elle prend en compte divers paramètres géographiques et socioéconomiques. Plusieurs définitions existent dans la littérature, parmi lesquelles nous avons choisi deux définitions officielles. La définition de MEDD (le

Ministère de l'Ecologie et de Développement Durable français) : « la vulnérabilité est le niveau des conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux », et celle de NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) : « la susceptibilité des ressources à être affectées par des aléas ». Les enjeux sont les éléments à risque (personnes, biens, activités, patrimoine...) qui attribuent à la vulnérabilité une dimension complexe quantitative et qualitative. D'après « Chachoua 2010 »

La notion de vulnérabilité peut être résumée en quatre points :

- La perception sociale de l'aléa.
- L'aléa et ses conséquences prévisibles sur les enjeux.
- Les dispositions prises pour limiter l'effet de l'aléa.
- Les enjeux souterrains.

I. 9. Risque d'inondation :

Le risque d'inondation peut être défini comme un événement dommageable, doté d'une certaine probabilité, lié à la conjonction de l'aléa, de l'inondation et de la vulnérabilité de la société.

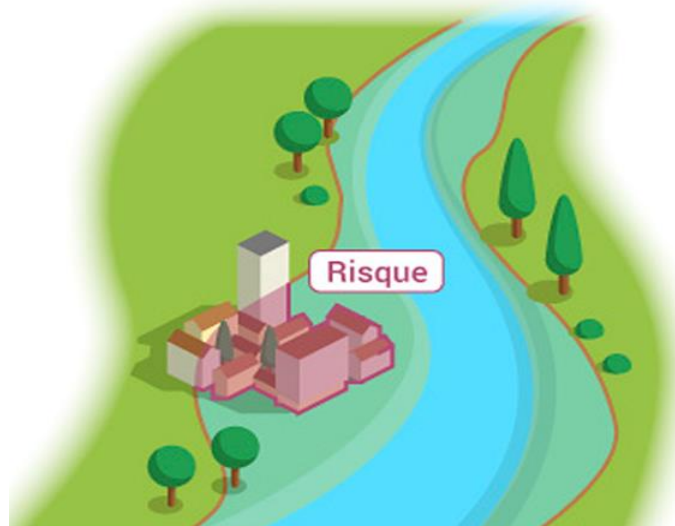


Figure 11 : Risque

I. 10. L'aléa

L'aléa semble le terme le plus adéquat pour définir le phénomène physique, naturel et non maîtrisable, d'occurrence et d'intensité donnée (définition du ministère de l'environnement et

de développement durable français). Cette définition révèle le caractère hasardeux du risque et la différence de sa définition linguistique qui le présente comme un risque et non pas une de ses composantes. Dans notre cas, où le risque est l'inondation, l'aléa n'est que le phénomène naturel de crue non maîtrisable d'occurrence et d'intensité aléatoires, cette prévision est probabiliste. La détermination de l'intensité et la fréquence de crue est basé sur le traitement stochastique de l'historique des événements, où la longueur de la série observée joue un rôle principal sur la validité des prévisions. Néanmoins, la notion de période de retour est purement statistique et elle ne correspond qu'à l'appréciation de l'intensité du phénomène en comparaison à d'autres. D'après« Chachoua2010 »



Figure 12 : Aléa

I. 11. L'enjeu

C'est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. (<https://www.essonne.fr/>)

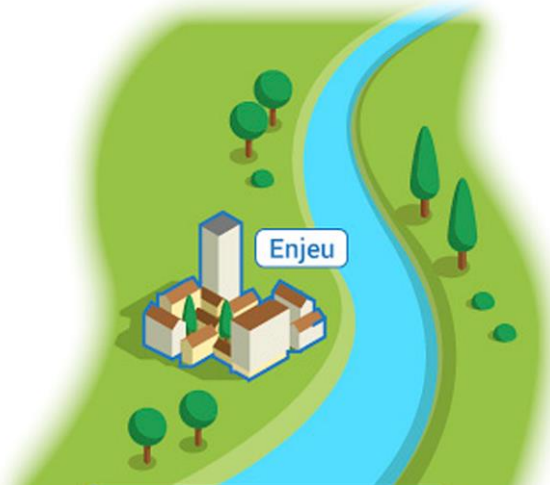


Figure 13 : Enjeu

I. 12. Le débit et régime d'un cours d'eau :

L'écoulement d'un cours d'eau est caractérisé par son débit, c'est-à-dire, le nombre de m^3 d'eau qui passe à travers une section donnée du lit en une seconde. Le débit est rarement identique toute l'année. Ses variations définissent le régime du cours d'eau observé à travers les modifications de la hauteur d'eau dans le lit. Il suffit d'un violent orage pour que les eaux de ruissellement gonflent le cours d'eau en quelques heures et le fassent même déborder si l'apport des précipitations excède la capacité de contenance de son lit ordinaire. Quelques jours après la pluie, le ruisseau peut être à sec. Ce régime hydrologique est dit régime pluviométrique. Plus les cours d'eau sont importants (grande superficie du bassin-versant, nombre des affluents), moins ils dépendent directement de la pluie.

Le régime pluviométrique est un régime irrégulier. Il se caractérise par l'abaissement du niveau des eaux, ce qui correspond à l'apport des nappes souterraines, dont les eaux arrivent aux rivières des semaines, des mois, voire des années après les pluies qui les ont alimentées.

En général, le débit d'un cours d'eau augmente d'amont en aval, au fur et à mesure que le drainage collecte les eaux de son bassin hydrographique et celles de ses affluents. Parallèlement, la largeur et la profondeur de son lit croissent de sa source à son embouchure.

(AIDAT)

CHAPITRE II

I. Présentation de la zone d'étude

I. 1. Constantine :

a) Situation géographique

Constantine se situe entre latitude $36^{\circ} 17'$ et la longitude $6^{\circ} 37'$, à 245 km des frontières algéro- tunisiennes, à 431 km de la capitale Alger vers l'Ouest, à 89 km de Skikda vers le Nord et à 235 km de Biskra vers le Sud.

Elle est bâtie sur un majestueux ROCHER situé sur les deux côtés de OUED RHUMEL, elle est ainsi cernée par de véritables obstacles naturels; les repères géographiques montrent que la région n'est pas homogène par rapport à sa position et par rapport au niveau de la mer.

Elle se situe entre les deux colles KENTOUR 400 et 800 m et 1200 m vers le Sud. Elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 2297,20 Km², et est limitée par :

Au nord par la wilaya de Skikda, à l'est par la wilaya de Guelma, à l'ouest par la wilaya de Mila, au Sud par la wilaya d'Oum el Bouaghi.



Figure 14 : Situation géographique de Constantine.

b) Relief

La zone montagneuse au nord, ces formations sont le prolongement de la chaîne tellienne qui s'abaisse vers l'Est. Elles prennent des directions d'ensemble Sud-Ouest et Nord-Est qui sont dominées respectivement par le mont de Chettaba et le massif de Djebel Ouahch.

A l'extrême Nord aux limites de la wilaya de Mila et Skikda on trouve le mont Sidi Driss qui culmine à 1364 m d'altitude.

La zone des bassins intérieurs : Cet ensemble en forme de dépression s'étend d'Est-Ouest de Ferdjioua dans la wilaya de Mila à Zighoud-Youcef. Elle est limitée au Sud par les hautes plaines avec une altitude variant de 500 à 600 m; cet ensemble composé de basses collines est entrecoupé par les vallées du RHUMEL et de Boumerzoug.

La zone des hautes plaines située au Sud-Est de la wilaya entre les chaînes intérieures de l'atlas tellien et l'atlas saharien, elle s'étend sur les communes d'Ain Abid et Ouled Rahmoune. (<http://www.andi.dz/PDF/monographies/Constantine.pdf>)

c) Contexte hydro-climatique :

Les facteurs climatiques jouent un rôle très important dans les variations hydrologiques de la région.

Le bassin du Rhumel est soumis à deux climats différents: un climat sub-humide dans la partie Nord, il se rapproche de la chaîne numidique, et un climat semi-aride dans la partie Sud des Hautes Plaines. La carte des régions bioclimatiques (fig.15) de l'Est Algérien permet de classer Constantine selon un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Côte. 1998), qui se caractérise par une pluviosité qui varie de 550 à 350 mm. Le régime se répartit en deux maxima (fin d'automne et fin de printemps).

La tranche pluvieuse n'est pas répartie régulièrement dans le temps et l'espace. Elle se présente souvent sous forme de grandes averses ou d'ondées instantanées, tout en variant, en allant du Nord au Sud. L'étude des données pluviométriques propres à une période récente (1975 à 2004). *O.N.M d'Ain El Bey* a permis de connaître le régime des précipitations, qui se caractérise par son irrégularité. Les moyennes pluviométriques annuelles propres à cette période, varient de 252.7 mm de pluie annuelle enregistrée en 1983 à 876.1 mm enregistrée en 1984

Le climat joue donc un rôle capital dans le comportement des cours d'eau et par conséquent des crues et des inondations. Ce sont les précipitations, surtout liquides, qui constituent le facteur essentiel intervenant par :

- Le comportement hydrologique du bassin, résultat de l'interaction des différents paramètres physico-géographiques ;
- L'apport très modeste du bassin supérieur s'explique essentiellement par le

caractère semi- aride du climat, conséquence des faibles précipitations (moins de 400 mm) et par une évapotranspiration élevée, où on observe dans ce même domaine climatique que le bassin de l'oued Boumerzoug, présente malgré une superficie plus grande 1797 Km², un climat semblable et un débit plus faible (0,31 m³/s) que celui du bassin du Rhumel à oued el Athmania (0,39 m³/s) puis à Ain Smara (bassin intermédiaire : 0,60 m³/s) .

- Il s'agit, d'un débit influencé par des prélèvements importants (captages des sources karstiques : 0,6 à 0,7 m³/s). Le débit naturel de Boumerzoug serait, en fait, de plus de 1 m³/s.

L'écoulement dans le Rhumel et Boumerzoug résulte donc de la combinaison entre les facteurs climatiques, orographiques, lithologiques et biogéographiques. La quantité d'eau écoulée représente la différence entre les précipitations tombées sur le bassin-versant et les pertes par évaporation qui dépendent de la température et de la végétation. (Boucherit 2017).

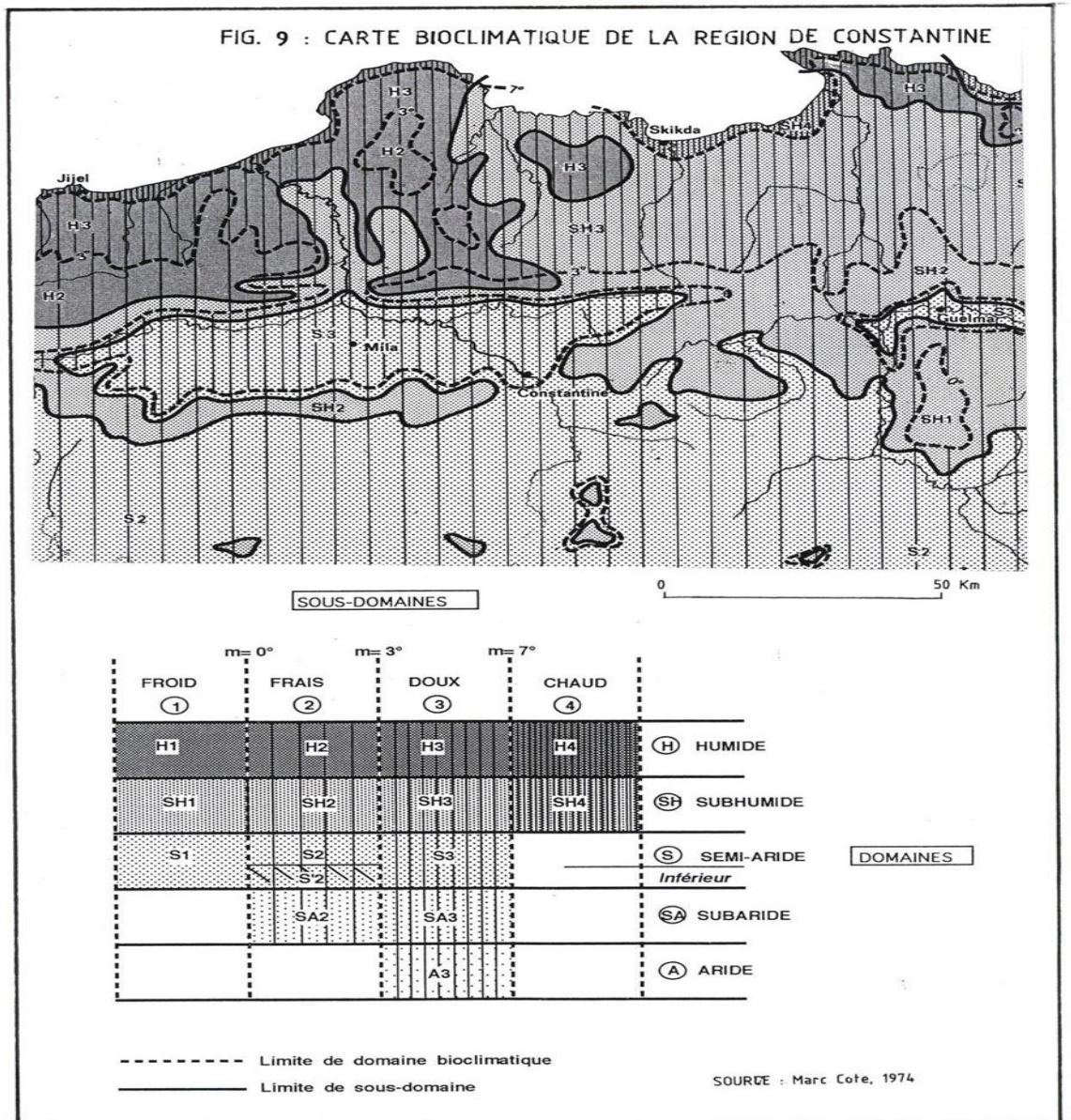


Figure 15 : Marc Cote 1974

d) La morphologie de l'Oued Rhumel

En se basant sur un classement par débit ; moyen annuel, de crues moyennes, et de crues exceptionnelles, les différents lits de l'Oued Rhumel, ont été délimités sur le terrain, de ce fait on distingue ;

1. Le lit mineur

Le lit mineur est le chenal principal, dont l'écoulement des eaux est permanent. Pour le cas de l'Oued Rhumel, l'eau s'écoule à l'intérieur d'un chenal de profondeur moyenne de 1.50m et de largeur très variable selon le temps et l'espace, allant de 4m à 10m environ.

L'existence de zones de sédimentations actuelles révèle l'instabilité et l'irrégularité de l'Oued. L'interprétation de la cartographie de la dynamique de l'Oued Rhumel montre qu'il est très instable, il sape énormément les berges, emportant ainsi des parties entières de basses terrasses.

Dans les hautes plaines constantinoises, ce lit mineur contient un lit d'étiage nettement plus étroit, il correspond au point le plus bas de la vallée et permet l'écoulement du débit moyen annuel. L'occupation du sol se caractérise par une végétation très rare avec formation de galets (60%) se répandant dans tout le lit mineur.

2. Le lit moyen de débordement

C'est le lit de faibles crues, canalisant les eaux dans les parties très facilement inondables. Beaucoup plus étendu que le lit mineur, il reflète l'irrégularité de l'aspect du Rhumel dont la largeur varie selon l'espace. Elle peut aller jusqu'à 20 m de largeur dans les zones étendues à la rencontre des basses terrasses, tout en se rétrécissant au pied du massif calcaire constantinois, où la largeur du lit ne dépasse pas les 6m. La limite entre le lit mineur et le lit moyen est matérialisée par une formation alluviale qui constitue un talus plus ou moins marqué. Les formations sont essentiellement des sables, limons et argiles (70%), et un matériel plus grossier (30%).

3. Le lit majeur d'inondations

Très étendu et submergé lors des crues exceptionnelles et dévastatrices, recouvrant presque toute la plaine alluviale, il dépasse généralement les 50 m de largeur à partir du Hamma Bouziane.

Au niveau des gorges, la montée des eaux est très rapide lors des crues violentes et peut submerger le pont du diable qui se trouve à plus de 10 m au-dessus du lit actuel. Au niveau de la zone de Sidi M'Cid, il est très rétréci et se confond avec le lit moyen de débordement.

Le lit majeur d'inondations est généralement séparé du lit moyen par un talus supérieur ou égal à 1 m dont la pente est orientée vers le lit moyen. Le matériel est constitué de 30% de galets et

de graviers, et de 70% de matériel fin argilo-sableux. Il est recouvert de végétations et bien souvent marqué par l'occupation humaine (habitat spontané).

e) La morphologie de l'Oued Boumerzoug

Le cours aval de l'Oued Boumerzoug se caractérise par le développement d'amples méandres juste à l'entrée de la ville. L'élargissement de la vallée où les terrasses et le lit majeur prennent une grande extension, ce qui rend plus spectaculaire l'étalement de la crue dans la plaine alluviale.

Les méandres développés, laissent apparaître un escarpement sur la rive concave, qui prend la forme d'un long versant de plusieurs dizaines de mètres à pente forte.

Quant au lobe de rive convexe, il est très développé, laissant apparaître les différents lits dont les limites sont matérialisées par la présence d'un talus de l'ordre de 1m.

f) Les risques d'inondations

Le risque d'inondation est un des principaux risques naturels auxquels sont soumises les berges d'un cours d'eau. Il résulte de la conjonction d'un aléa naturel et de la vulnérabilité des activités humaines face à cet aléa.

Les inondations se produisent lorsque le volume d'eau dépasse la capacité du lit de l'Oued. Plusieurs facteurs influent sur le débit; la quantité et le type de précipitations (le volume, l'intensité et la durée des précipitations), la nature du sol (la forme, le type de sol et la topographie, le degré d'absorption ou de dispersion de l'eau par le sol varient selon la couverture végétale et l'importance des pluies), le climat, joue aussi un rôle important dans la relation entre précipitations et ruissellements.

Les crues sont donc provoquées par un gonflement des cours d'eau au point où ceux-ci ne peuvent plus contenir l'eau entre leurs rives. Lorsque l'eau quitte les rives d'un cours d'eau, elle s'étale dans la plaine inondable environnante. Il s'agit d'une dépression horizontale creusée par l'Oued et constituant un prolongement naturel de son lit.

g) Caractéristiques générales des crues

La hauteur est la première caractéristique d'une crue, cette montée d'eau aura beaucoup plus de signification dans les parties les plus rétrécies et presque pas d'ampleur là où le lit de l'Oued est très large.

La hauteur dépend donc de la forme du lit et du mode de propagation plus que du volume écoulé. La hauteur peut atteindre 20m dans les gorges de Constantine. Cela était le cas lors des crues de 1957, 1967, 1973, 1984, et presque autant en 1994, et ne dépasse jamais les 5 m au niveau de la partie centrale.

h) Eléments exposés aux risques d'inondations à Constantine

| Localisation | Eléments exposés aux risques | Types de Constructions | Densité pop Hab/ ha | Vulnérabilité | Dommages aux personnes et aux biens |
|----------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|
| Z. Industrielle Palma | Usines, atelier entrepôts et laboratoires | Structure métallique et béton armé | 70 | Très élevée | Locaux inondés, produits abimés et routes coupées |
| Boumerzoug Chabaat Erssas | Commerce, maisons et ateliers | Bidonvilles quartiers spontanés et illicites | 480 | Très élevée | Plus de 300 maisons détruites (taudis), routes coupées |
| Secteur Bardo | Ateliers, maisons et commerces | Quartiers Spontanés | 500 | Très élevée | Plus de 400 maisons détruites et 100 familles évacuées |

Tableau N1 : Eléments exposés aux risques d'inondations à Constantine

1. Section de l'Oued Boumerzoug, zone industrielle

Au niveau du grand méandre, sur la rive gauche, une extension de l'usine de produits laitiers (ONA LAIT), est localisée sur le lit majeur. Sur la même rive, en contrebas de la route menant de Constantine à El Khroub, des piliers de plusieurs maisons s'élèvent dans le lit majeur, ils sont protégés par des pneus de diverses dimensions afin d'éviter l'impact

de l'écoulement rapide et violent des eaux. Sur la rive droite du même méandre, une urbanisation forcée d'où le nom de « cité Bessif » se prolongeant un peu plus loin sur un versant exposé aux sapements de berges.

2. L'entrée des gorges de Constantine

En rive droite, avant le pont reliant le quartier Chalet des Pins et les abattoirs de Constantine, des unités de traitement de peaux d'agneaux ainsi que des ateliers d'artisans sont implantés dans le lit majeur de l'Oued Rhumel.

Une partie du quartier spontané de Bardo qui se situe dans le lit majeur de l'Oued Rhumel, est exposée très souvent à un risque élevé. Cette zone est à préserver de toute installation humaine car elle permet l'épandage des crues et leur ralentissement. (AIDAT, 2018)

I. 2. Guelma

a) Situation géographique

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud. La wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3.686,84 Km². Elle est limitrophe aux Wilayas suivantes:

1. Au Nord la wilaya d'Annaba.
2. Au Nord-est, la wilaya d'El Taref.
3. À l'Est, la wilaya de Souk Ahras.
4. Au Sud, la wilaya d'Oum El-Bouaghi.
5. À l'Ouest, la wilaya de Constantine.
6. Au Nord-ouest, la wilaya de Skikda.

b) Conditions climatiques

Le territoire de la wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. La pluviométrie varie de 400 à 500 mm/an au Sud jusqu'à près de 1000 mm/an au Nord. Près de 57% de cette pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide (Octobre Mai).

c) Le relief

La géographie de la wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau.

Ce relief se décompose comme suit :

Montagnes: 37,82 % dont les principales sont :

1 – Mahouna (Ben Djerrah) : 1.411 M d'Altitude

2 – Houara (Ain Ben Beidha) : 1.292 M d'Altitude

3 – Taya (Bouhamdane) : 1.208 M d'Altitude

4 – D'bagh (Hammam Debagh): 1.060 M d'Altitude

Plaines et Plateaux: 27,22 %

Collines et Piémonts: 26,29 %

Autres: 8,67 % (andi.dz)

d) Description de la vallée d'oued Seybouse

La Seybouse est une rivière de Nord-est de l'Algérie qui prend naissance à l'ouest de la ville de Guelma précisément à Medjez Amar où se rencontre ses deux principaux affluents : oued Cherf et oued Bouhamdane, et se termine au nord dans la mer Méditerranée après un parcours de 150 km. Le bassin de l'oued Seybouse est l'un des plus grands bassins hydrographiques en Algérie (troisième oued d'Algérie après oued El Kebir du Rhumel et Medjerdah-Mellegue), sa superficie est de l'ordre de 6471 Km². L'oued franchit un défilé assez étroit et pénètre dans le vaste bassin de Guelma qu'il traverse de toute sa longueur en direction nettement Ouest- Est. A son entrée au niveau de Guelma le réseau hydrographique du bassin versant secondaire le rejoint créant un réseau plus ou moins dense.



Figure 16 : Bassin de la Seybouse

e) Les grands ensembles lithologiques et leurs caractéristiques hydrogéologiques

Au niveau de bassin versant de la Seybouse. Le territoire est ainsi divisé en trois terrasses physiographiques bien distinctes:

- 1- La Haute- Seybouse, qui comprend les sous-bassins appelés 14-01 et 14-02 et 14-03.
- 2- La moyenne- Seybouse, qui couvre le sous-bassin .14-04.
- 3- La Base-Seybouse, qui comprend les sous-bassins appelé 14-05 et 14-06

1. Haute Seybouse

Il est peu perméable dans le secteur amont malgré un sol protégé par une végétation dense et une pluviométrie élevée. Les couches lithologiques dominantes du secteur d'Oued Zenati sont composées de grés, d'argiles et de marnes ne permettant pas l'infiltration d'une grande quantité d'eau. Du côté de l'oued Sabath, ce sont des Marno-calcaires, cette partie du bassin est divisée en trois sous-bassins

> **Sous-Bassin de Cherf amont** : Ce sous-bassin est traversé par l'oued Cherf dont la longueur est de 25 Km, qui est alimenté par de nombreux affluents :

- Oued Settara
- Oued Trouch
- Oued Ain Snob
- Oued Lahamimine
- Oued Tiffech
- Oued Krab

> **Sous-Bassin de Cherf aval** : Ce sous-bassin est traversé par l'oued Cherf dont la longueur est de 32 Km, ce dernier est alimenté par les affluents suivants

- Oued M 'Guisba
- Oued Medjaz El Bgar
- Oued bou El Frais
- Oued El Aar
- Oued Cheniour
- Oued Nil (Meziane, 2009)

> **Sous -bassin de Bouhamdane** : Les deux oueds Zenati et Sabath se joignent à l'oued Bouhamdane qui rencontre l'oued Charef à Medjaz Amar pour former la Seybouse.

> **Le sous-bassin de Guelma (Moyenne Seybouse)**

A partir de Medjez Ammar, le Seybouse accrue par l'union du Bouhamdane et Charef, débouche dans le bassin de Guelma. L'oued est orienté de l'Ouest à l'Est et traverse Nador pour déboucher dans la dépression de Bouchegouf où converge un nouveau système hydrographique qui vient se jeter dans la Seybouse au Sud-Ouest de Bouchegouf. (Meziane, 2009)

2. Basse Seybouse

> **Sous-Bassin de Malleh** : Ce sous-bassin est alimenté par de nombreux affluents parmi lesquels : Oued Zouar et Oued Renam. Son cours principal est formé par la réunion de l'oued Sfa, Cheham et oued Ranem, ce dernier, qui plus haut porte le nom de oued R'Biba,

Sekaka avant de recevoir les eaux de l'oued Rhirane formé à son tour par la réunion oued Hammam et oued R 'biba. Au Nord-Est, les oueds Bou- Redine et Maaza forment oued El Malleh en aval.

> **Sous-Bassin de Seybouse Maritime** : Sa partie sud est constituée en majeure partie d'argiles rouges numidiennes, sur lesquelles reposent des grés peu perméable au sud-ouest. Ce sont les marno-calcaires et les flychs de Ain Barda qui dominent la tectonique de ces formations très complexes. Enfin, la zone nord-ouest est occupée par le massif de l'Edough, qui correspond à des roches cristallines. (Guerfi ; Rezaiguia. 2018).

I. 3. Mila

a) Situation géographique

La wilaya de Mila est située dans le Nord-Est Algérien à 464 m d'altitude, et à 33 KM de la mer Méditerranée. Elle est aussi dans la partie Est de l'Atlas tellien, une chaîne de montagnes qui s'étend d'Est en est sur l'ensemble du territoire nord du pays.

La wilaya est limitée

- Au Nord-Ouest par la wilaya de Jijel.
- Au Nord Est par la wilaya de Constantine.
- A l'Ouest par la wilaya de Sétif.
- A l'Est par les wilayas de Constantine et Skikda.
- Au Sud Est par la wilaya d'Oum El Bouaghi.
- Au Sud par la wilaya de Batna.

b) Relief

Le relief de la wilaya de Mila est structuré en trois ensembles morphologiques :

Au nord, un ensemble de hautes montagnes, caractérisé par les altitudes très élevées et des pentes excessivement marquées ; Au centre, un ensemble associant vallées – collines et piémonts, voire même quelques hauts versants ; Au sud, un ensemble de hautes plaines (plaines et collines).

c) Le climat

La wilaya de Mila est régie par trois microclimats, calqués sur l'agencement des trois grands ensembles morphologiques. Humide, pour les reliefs montagneux du Nord et de la partie

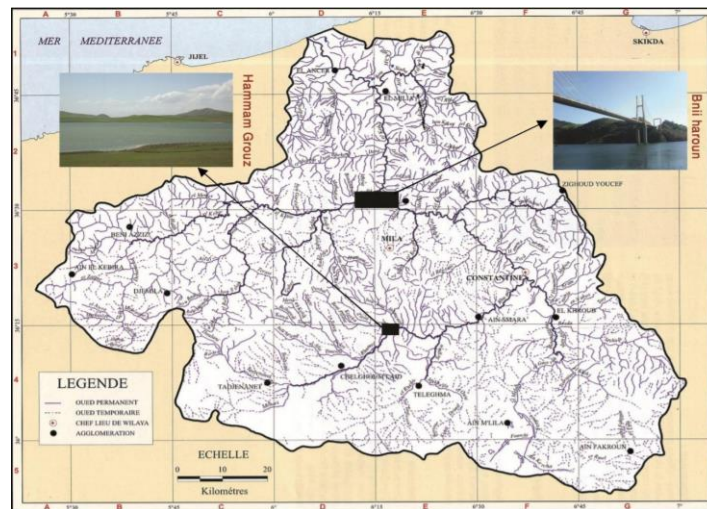
médiane, qui s'étend de Bouhatem à Aïn Tine; Semi-aride à subhumide, pour la partie médiane de la wilaya (dépression et ses versants); Semi-aride, pour les « hautes plaines ». (<http://www.andi.dz/PDF/monographies/Mila.pdf>.)

d) Présentation du bassin versant Kebir-Rhumel :

Le bassin versant Kebir-Rhumel centré à 36° de latitude Nord et à 7° de longitude Est, c'est l'un des plus importants et grands bassins d'Algérie, il s'étend sur une superficie de 8815 Km², il se compose de 7 sous-bassins hydrographiques et possède une façade maritime d'environ 7 Km. Le bassin est limité :

- Au Nord par les deux bassins côtiers Constantinois Ouest et Centre.
- Au Sud, le bassin des hauts plateaux constantinois.
- A l'Ouest les bassins de l'Algérois-Hodna-Soummam et à l'Est le bassin de la Seybouse.

Le bassin du Kebir-Rhumel compte trois barrages : Hammam-Grouz, Beni-Haroun et Berla. (LEMZADMI; SAIDI.2017)

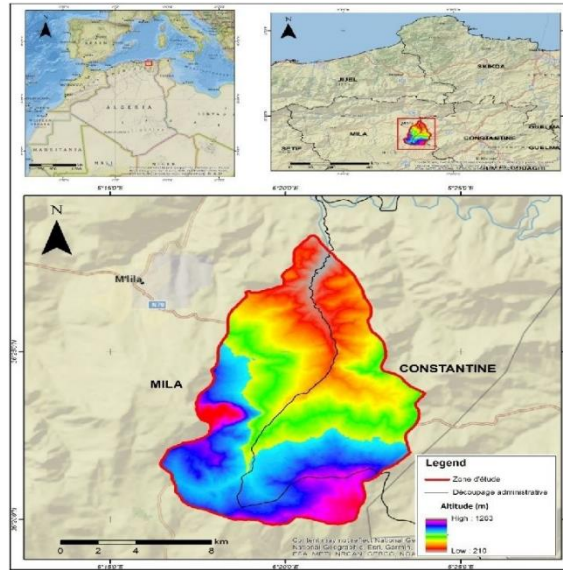


Carte 1 : Carte des principaux barrages du bassin de Kèbir-Rhumel. (ABH, C.S.M, 2009).

e) Localisation du sous bassin-versant de l'Oued Kotone :

Le sous-bassin versant de l'Oued Kotone a une superficie de 10150 ha et se localise à l'aval du bassin versant de Beni Haroun. Il fait partie intégrante du bassin versant du Kébir Rhumel. C'est un affluent important de l'Oued Rhumel, ces caractéristiques sont les mêmes

que la topographie de tout le bassin versant de Beni Haroun à savoir, un relief accidenté, pentes importantes, dénivelés fortes et terrains marneux. (DIB;DEBBECHE.2018)



Carte 2 : Carte de situation du sous-bassin de l'oued Kotone (INCT)

Il chevauche les communes suivantes : Mila, Messoud Boudjeriou, Ain Tine, Oued Athmania, Sidi Khelifa.

La ville de Mila est traversée par des cours d'eau de très faible débit, à écoulement saisonnier en période hivernale. On y trouve:

- Oued Mila : Traverse la Ville, il est constitué de deux branches.

1ère branche : sépare la vieille ville du village colonial.

2ème branche : sépare la vieille ville de la zone industrielle.

- Oued el Kherba : Constitué de deux branches

1ère branche : sépare le lotissement Boulmerka du site universitaire.

2ème branche : traverse le site du Bourkaib.

- Oued Makraoued : Délimite la ville du côté Est.
- Oued el Bordjia : Délimite la limite du PDAU dans sa partie Est. (DJERFAOUI;2016)

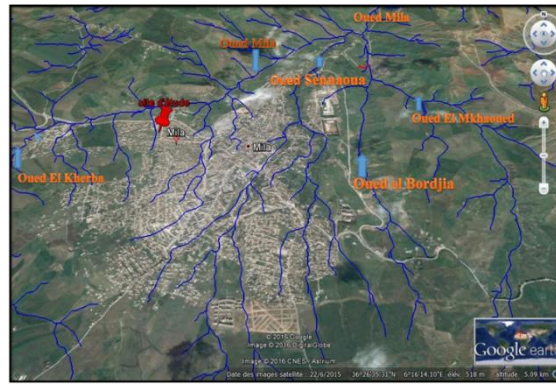


Figure 17 : Eaux de surface.

II. 1. Données de précipitation de Constantine :

| Année/mois | janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | août | septembre | octobre | novembre | décembre | Moyen |
|------------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|------------|
| 1984 | 116,48 | 126,88 | 39,35 | 33,61 | 14,96 | 6,61 | 0,00 | 0,59 | 29,25 | 136,36 | 6,87 | 261,08 | 64,3359206 |
| 1985 | 75,93 | 33,62 | 174,84 | 17,63 | 63,92 | 1,39 | 1,02 | 0,07 | 49,07 | 28,72 | 18,39 | 28,67 | 41,1059358 |
| 1986 | 92,65 | 38,20 | 89,81 | 33,71 | 15,40 | 19,26 | 1,98 | 9,33 | 37,05 | 35,29 | 62,67 | 101,12 | 44,7044543 |
| 1987 | 50,98 | 113,98 | 66,29 | 23,02 | 31,68 | 2,33 | 20,38 | 2,34 | 4,04 | 39,58 | 33,82 | 15,91 | 33,6955516 |
| 1988 | 51,99 | 51,82 | 51,62 | 31,00 | 37,80 | 31,50 | 7,87 | 5,73 | 19,87 | 0,47 | 24,18 | 141,89 | 37,978298 |
| 1989 | 23,35 | 42,66 | 41,01 | 43,99 | 15,95 | 18,92 | 6,66 | 16,92 | 37,80 | 49,31 | 23,15 | 10,36 | 27,5071063 |
| 1990 | 83,65 | 0,01 | 28,62 | 29,46 | 55,37 | 12,31 | 1,27 | 7,66 | 6,24 | 3,41 | 77,91 | 123,81 | 35,8106638 |
| 1991 | 19,43 | 62,62 | 73,27 | 54,91 | 58,11 | 12,84 | 0,49 | 0,81 | 49,04 | 109,65 | 21,72 | 18,19 | 40,09056 |
| 1992 | 57,66 | 32,45 | 57,73 | 129,33 | 96,46 | 5,94 | 5,85 | 0,89 | 18,39 | 10,95 | 69,95 | 139,72 | 52,1089581 |
| 1993 | 56,09 | 53,72 | 30,17 | 12,45 | 35,94 | 8,57 | 0,54 | 4,30 | 12,10 | 15,34 | 21,46 | 73,40 | 27,0060557 |
| 1994 | 53,75 | 64,19 | 11,47 | 59,80 | 3,51 | 0,16 | 0,48 | 1,41 | 20,36 | 91,36 | 5,01 | 62,89 | 31,1997065 |
| 1995 | 194,35 | 19,47 | 78,24 | 35,29 | 5,42 | 62,53 | 0,00 | 5,26 | 42,26 | 15,86 | 39,86 | 26,96 | 43,7916873 |
| 1996 | 73,42 | 160,68 | 46,90 | 56,66 | 63,10 | 28,14 | 3,80 | 12,72 | 13,69 | 13,86 | 24,38 | 46,96 | 45,3595032 |
| 1997 | 47,59 | 15,25 | 29,03 | 49,13 | 18,16 | 28,69 | 2,89 | 20,32 | 60,72 | 59,00 | 101,91 | 83,02 | 42,9757134 |
| 1998 | 43,66 | 61,87 | 30,67 | 77,17 | 73,39 | 23,07 | 0,03 | 15,86 | 69,23 | 40,29 | 148,70 | 48,98 | 52,7437163 |
| 1999 | 101,71 | 61,14 | 43,68 | 25,83 | 20,69 | 21,60 | 5,15 | 2,56 | 97,00 | 26,03 | 63,04 | 95,85 | 47,0240895 |
| 2000 | 27,88 | 17,89 | 25,34 | 33,67 | 81,98 | 39,11 | 0,18 | 13,09 | 15,40 | 43,11 | 25,61 | 48,04 | 30,9415436 |
| 2001 | 149,77 | 38,00 | 20,35 | 53,30 | 47,26 | 0,09 | 0,23 | 6,77 | 84,96 | 17,99 | 35,32 | 36,01 | 40,8370499 |
| 2002 | 40,26 | 56,76 | 30,70 | 34,92 | 17,85 | 4,81 | 28,98 | 21,22 | 15,95 | 19,20 | 154,32 | 159,50 | 48,704033 |
| 2003 | 237,41 | 89,95 | 40,77 | 109,82 | 39,32 | 10,44 | 8,77 | 8,28 | 43,56 | 57,67 | 26,45 | 174,65 | 70,5907687 |
| 2004 | 97,33 | 21,87 | 79,74 | 86,66 | 73,75 | 30,28 | 0,60 | 11,95 | 37,26 | 41,80 | 139,83 | 168,45 | 65,7929735 |
| 2005 | 73,44 | 81,46 | 45,47 | 92,28 | 7,28 | 3,90 | 10,06 | 7,14 | 22,38 | 10,09 | 41,17 | 85,22 | 39,9902899 |
| 2006 | 139,24 | 62,95 | 36,93 | 23,00 | 85,07 | 2,29 | 0,98 | 6,40 | 37,51 | 17,14 | 15,56 | 116,90 | 45,3296211 |
| 2007 | 20,35 | 36,50 | 147,42 | 90,29 | 19,03 | 10,23 | 1,47 | 6,56 | 52,74 | 30,14 | 41,71 | 97,47 | 46,1585284 |

Tableau N2 : Données des Précipitations Mensuelles de Constantine ANRH (2020)

a) Les inondations à Constantine

La ville de Constantine a donc connu des catastrophes fréquentes parmi lesquelles les inondations du 21 au 24 Février 1852, du 6 Novembre 1854, du 23 Novembre 1957, du 19 Janvier 1958, de Novembre-Décembre 1967, de Septembre 1973, du 16 Avril 1984 et du début du mois de Janvier 1985. L'inondation la plus récente date du 3 Octobre 1994.

-Les violentes pluies de l'hiver 1984 / 1985, du 28 au 30 Décembre 1984, provoquèrent la montée rapide de l'Oued Boumerzoug et de l'Oued Rhumel, endommageant sérieusement les installations de la zone industrielle Palma et provoquant l'évacuation de 250 familles du quartier du Bardo.(BOUCHERIT. 2017)

| Mois | années | P. Moyenne |
|-----------|--------|------------|
| janvier | 1984 | 116,48 |
| février | 1984 | 126,88 |
| mars | 1984 | 39,35 |
| avril | 1984 | 33,61 |
| mai | 1984 | 14,96 |
| juin | 1984 | 6,61 |
| juillet | 1984 | 0,00 |
| août | 1984 | 0,59 |
| septembre | 1984 | 29,25 |
| octobre | 1984 | 136,36 |
| novembre | 1984 | 6,87 |
| décembre | 1984 | 261,08 |

Tableau N3 : Donnée de précipitation Mensuelle 1984

-3 Octobre 1994

L'inondation du 3 octobre 1994, qui a eu lieu entre 7H45 et 8H00, dans la vallée du Rhumel juste avant la confluence avec l'Oued Boumerzoug. Elle a emporté des constructions très récentes qui constituaient un quartier spontané. Il a été enregistré durant ce mois 91,36 mm de précipitations. (BOUCHERI. 2017)

| Mois | années | P. Moyenne |
|-----------|--------|------------|
| janvier | 1994 | 53,75 |
| février | 1994 | 64,19 |
| mars | 1994 | 11,47 |
| avril | 1994 | 59,80 |
| mai | 1994 | 3,51 |
| juin | 1994 | 0,16 |
| juillet | 1994 | 0,48 |
| août | 1994 | 1,41 |
| septembre | 1994 | 20,36 |
| octobre | 1994 | 91,36 |
| novembre | 1994 | 5,01 |
| decembre | 1994 | 62,89 |

Tableau N4 : Donnée de précipitation Mensuelle 1994

Les récentes catastrophes de Constantine d'avril 2001 et d'août 2002, ainsi que les dernières crues et inondations de février - mars 2003 ont causé des dégâts humains et matériels considérables. (ZEBIRI.2004)

| Mois | années | P. Moyenne | Mois | années | P. Moyenne | Mois | années | P. Moyenne |
|-----------|--------|------------|-----------|--------|------------|-----------|--------|------------|
| janvier | 2001 | 149,77 | janvier | 2002 | 40,26 | janvier | 2003 | 237,41 |
| février | 2001 | 38,00 | février | 2002 | 56,76 | février | 2003 | 89,95 |
| mars | 2001 | 20,35 | mars | 2002 | 30,70 | mars | 2003 | 40,77 |
| avril | 2001 | 53,30 | avril | 2002 | 34,92 | avril | 2003 | 109,82 |
| mai | 2001 | 47,26 | mai | 2002 | 17,85 | mai | 2003 | 39,32 |
| juin | 2001 | 0,09 | juin | 2002 | 4,81 | juin | 2003 | 10,44 |
| juillet | 2001 | 0,23 | juillet | 2002 | 28,98 | juillet | 2003 | 8,77 |
| août | 2001 | 6,77 | août | 2002 | 21,22 | août | 2003 | 8,28 |
| septembre | 2001 | 84,96 | septembre | 2002 | 15,95 | septembre | 2003 | 43,56 |
| octobre | 2001 | 17,99 | octobre | 2002 | 19,20 | octobre | 2003 | 57,67 |
| novembre | 2001 | 35,32 | novembre | 2002 | 154,32 | novembre | 2003 | 26,45 |
| décembre | 2001 | 36,01 | décembre | 2002 | 159,50 | décembre | 2003 | 174,65 |

Tableaux N6 : Données de précipitations Mensuelles 2001 2002 2003

II. 2. Données des précipitations de Guelma :

| 1984 | sept | oct | nov | dec | jan | fev | mar | avri | mai | ju | ju | ao | annuel |
|-----------------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|----|----|----|--------|
| PJ max (mm) | 17,6 | 31,7 | 5,3 | 72,1 | 12,2 | 27,2 | 44 | 14,2 | 22,9 | 0 | 0 | 0 | 72,1 |
| Totaux (mm) | 34,5 | 148,3 | 13,9 | 292,4 | 60 | 66,7 | 126,6 | 27,9 | 57,1 | 0 | 0 | 0 | 827,4 |
| Jour du max | 19 | 13 | 19 | 29 | 16 | 12 | 7 | 15 | 12 | 1 | 1 | 1 | |
| Nbre jour pluv. | 4 | 16 | 7 | 17 | 13 | 5 | 14 | 5 | 9 | 0 | 0 | 0 | 90 |

Tableau N7 : Pj Max Heliopolis. ANRH 2020

| 1985 | sept | oct | nov | dec | jan | fev | mar | avri | mai | ju | ju | ao | annuel |
|-----------------|------|------|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|----|-----|--------|
| PJ max (mm) | 19,7 | 40,4 | 4,3 | 3,9 | 36 | 9 | 16,1 | 10,7 | 7 | 3,9 | 0 | 2,8 | 40,4 |
| Totaux (mm) | 41,7 | 59,5 | 11 | 16,4 | 128,4 | 39,6 | 75,8 | 42,4 | 14,3 | 8,1 | 0 | 2,8 | 440 |
| Jour du max | 16 | 9 | 17 | 6 | 9 | 18 | 7 | 7 | 30 | 1 | 1 | 31 | |
| Nbre jour pluv. | 7 | 6 | 6 | 7 | 21 | 11 | 14 | 10 | 4 | 3 | 0 | 1 | 90 |

Tableau N8 : Pj Max Heliopolis. ANRH 2020

| Année/mois | janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | août | septembre | octobre | novembre | décembre | Moyenne |
|------------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|------------|
| 1984 | 122,33 | 174,02 | 38,47 | 29,01 | 4,05 | 9,79 | 0,01 | 1,89 | 26,78 | 94,48 | 13,27 | 341,44 | 71,2961855 |
| 1985 | 74,15 | 38,25 | 133,40 | 37,96 | 50,99 | 0,05 | 1,09 | 0,05 | 42,05 | 36,46 | 23,11 | 21,42 | 38,248611 |
| 1986 | 91,45 | 29,21 | 72,28 | 31,13 | 11,91 | 14,86 | 1,24 | 2,40 | 58,64 | 74,56 | 100,87 | 108,27 | 49,7349502 |
| 1987 | 49,56 | 141,72 | 68,75 | 32,72 | 56,80 | 0,75 | 15,61 | 3,80 | 2,41 | 25,00 | 47,19 | 22,54 | 38,9045524 |
| 1988 | 66,76 | 42,81 | 50,72 | 31,89 | 41,96 | 73,41 | 1,65 | 2,90 | 35,17 | 7,04 | 24,37 | 145,30 | 43,6649391 |
| 1989 | 38,39 | 62,96 | 37,14 | 53,23 | 10,22 | 25,44 | 14,25 | 20,00 | 37,51 | 35,43 | 31,23 | 23,64 | 32,4534222 |
| 1990 | 101,99 | 0,61 | 32,79 | 31,63 | 43,97 | 20,87 | 9,08 | 29,35 | 10,67 | 28,49 | 121,10 | 134,44 | 47,0815449 |
| 1991 | 40,07 | 56,24 | 105,49 | 62,66 | 49,43 | 22,79 | 5,07 | 6,25 | 28,44 | 111,53 | 29,43 | 20,71 | 44,8424619 |
| 1992 | 43,60 | 57,27 | 57,37 | 126,65 | 83,21 | 10,93 | 13,50 | 6,22 | 18,11 | 31,37 | 145,27 | 214,48 | 67,3310114 |
| 1993 | 45,98 | 45,38 | 34,95 | 24,10 | 82,69 | 13,67 | 0,75 | 5,59 | 19,60 | 15,27 | 12,45 | 144,71 | 37,0946787 |
| 1994 | 68,27 | 85,57 | 10,83 | 68,93 | 5,68 | 0,03 | 0,33 | 2,09 | 27,55 | 85,59 | 21,02 | 63,76 | 36,6386531 |
| 1995 | 191,15 | 3,71 | 134,24 | 31,61 | 3,29 | 42,85 | 0,02 | 4,95 | 68,30 | 21,78 | 34,42 | 24,22 | 46,7117968 |
| 1996 | 88,32 | 174,60 | 30,41 | 50,81 | 53,71 | 14,34 | 4,56 | 5,00 | 13,95 | 17,84 | 12,40 | 42,80 | 42,3940226 |
| 1997 | 43,67 | 19,49 | 26,45 | 42,53 | 11,30 | 27,35 | 1,93 | 13,51 | 52,84 | 45,50 | 91,22 | 94,25 | 39,1705218 |
| 1998 | 27,12 | 61,46 | 58,75 | 56,98 | 48,94 | 4,29 | 5,01 | 14,60 | 62,10 | 42,33 | 187,38 | 53,45 | 51,8667159 |
| 1999 | 111,99 | 43,98 | 67,75 | 32,54 | 34,46 | 9,38 | 7,75 | 7,61 | 42,37 | 21,98 | 74,76 | 132,29 | 48,905621 |
| 2000 | 19,00 | 14,73 | 21,82 | 45,07 | 101,20 | 28,08 | 0,07 | 20,51 | 19,14 | 51,52 | 18,59 | 54,48 | 32,8503256 |
| 2001 | 144,72 | 34,51 | 23,27 | 50,57 | 47,10 | 0,08 | 0,01 | 9,44 | 64,66 | 16,07 | 26,54 | 28,57 | 37,1294147 |
| 2002 | 31,95 | 91,75 | 23,54 | 46,77 | 14,11 | 2,67 | 13,10 | 36,30 | 29,81 | 25,82 | 164,52 | 109,43 | 49,1473912 |
| 2003 | 238,09 | 71,52 | 33,55 | 136,38 | 44,25 | 4,27 | 0,90 | 0,71 | 68,54 | 47,73 | 25,82 | 258,77 | 77,5433454 |
| 2004 | 95,91 | 13,95 | 74,15 | 54,84 | 113,74 | 75,41 | 0,02 | 12,94 | 33,53 | 31,23 | 176,76 | 183,59 | 72,1728447 |
| 2005 | 90,21 | 97,08 | 47,71 | 90,13 | 6,29 | 12,91 | 2,93 | 8,59 | 15,59 | 7,46 | 9,99 | 104,57 | 41,1227205 |
| 2006 | 125,54 | 80,33 | 34,91 | 20,37 | 70,91 | 1,47 | 3,81 | 9,80 | 23,15 | 20,31 | 26,46 | 102,57 | 43,3024472 |
| 2007 | 33,82 | 42,39 | 190,54 | 80,60 | 21,43 | 17,06 | 2,51 | 2,04 | 50,89 | 43,81 | 31,03 | 103,52 | 51,6377618 |

Tableau N9 : Données de précipitations Mensuelles de Guelma. ANRH 2020

a) Les inondations à Guelma

-03 Février 1984

Pluies abondantes généralisées sur l'ensemble de l'Est Algérien avec un foyer de maximum sur les monts de Constantine (120 mm en 03 jours) et les monts de la Medjerdah (80 mm en 03 jours) ont provoqué des inondations catastrophiques dans toutes les wilayas de l'Est Algérien. (LAHLAH.2004)

| 1984 | sept | oct | nov | dec | janv | fev |
|-----------------|------|-------|------|-------|------|------|
| PJ max (mm) | 17,6 | 31,7 | 5,3 | 72,1 | 12,2 | 27,2 |
| Totaux (mm) | 34,5 | 148,3 | 13,9 | 292,4 | 60 | 66,7 |
| Jour du max | 19 | 13 | 19 | 29 | 16 | 12 |
| Nbre jour pluv. | 4 | 16 | 7 | 17 | 13 | 5 |

Tableau N10 : Pj MAX 1984

-29 Décembre au 01 Janvier 1985

Pluies exceptionnelles (plus de 250 mm en 04 jours seulement et 195 mm en une journée) généralisées sur tout l'Est Algérien provoquant des inondations très catastrophiques dans les wilayas de **Guelma**. (Lahlah.2004)

-Station Héliopolis

| 1985 | sept | oct | nov | dec | janv |
|-----------------|------|------|-----|------|-------|
| PJ max (mm) | 19,7 | 40,4 | 4,3 | 3,9 | 36 |
| Totaux (mm) | 41,7 | 59,5 | 11 | 16,4 | 128,4 |
| Jour du max | 16 | 9 | 17 | 6 | 9 |
| Nbre jour pluv. | 7 | 6 | 6 | 7 | 21 |

Tableau N11 : Pj Max 1985

-Les inondations de l'été 2002

L'été 2002 a entre autres causé la mort de plus de 1400 têtes de bétail et détruit plus de 4000 arbres fruitiers dans les communes de Hammam N'bail Lakhzara, Bouhchana, Ain Sendel et Dahouarar. (<https://www.radioalgerie.dz/news/fr/content/150623.html>)

| Mois | années | P. Moyenne |
|----------|--------|------------|
| janvier | 2002 | 31,95 |
| février | 2002 | 91,75 |
| mars | 2002 | 23,54 |
| avril | 2002 | 46,77 |
| mai | 2002 | 14,11 |
| juin | 2002 | 2,67 |
| juillet | 2002 | 13,10 |
| août | 2002 | 36,30 |
| septmbre | 2002 | 29,81 |

Tableau N12 : Donnée de Précipitation Mensuelle 2002

II. 3. Les données des précipitations de Mila

| Année/mois | janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | août | septembre | octobre | novembre | décembre | Moyenne |
|------------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|---------|
| 1984 | 116,48 | 126,88 | 39,35 | 33,61 | 14,96 | 6,61 | 0,00 | 0,59 | 29,25 | 136,36 | 6,87 | 261,08 | 64,34 |
| 1985 | 75,93 | 33,62 | 174,84 | 17,63 | 63,92 | 1,39 | 1,02 | 0,07 | 49,07 | 28,72 | 18,39 | 28,67 | 41,11 |
| 1986 | 92,65 | 38,20 | 89,81 | 33,71 | 15,40 | 19,26 | 1,98 | 9,33 | 37,05 | 35,29 | 62,67 | 101,12 | 44,70 |
| 1987 | 50,98 | 113,98 | 66,29 | 23,02 | 31,68 | 2,33 | 20,38 | 2,34 | 4,04 | 39,58 | 33,82 | 15,91 | 33,70 |
| 1988 | 51,99 | 51,82 | 51,62 | 31,00 | 37,80 | 31,50 | 7,87 | 5,73 | 19,87 | 0,47 | 24,18 | 141,89 | 37,98 |
| 1989 | 23,35 | 42,66 | 41,01 | 43,99 | 15,95 | 18,92 | 6,66 | 16,92 | 37,80 | 49,31 | 23,15 | 10,36 | 27,51 |
| 1990 | 83,65 | 0,01 | 28,62 | 29,46 | 55,37 | 12,31 | 1,27 | 7,66 | 6,24 | 3,41 | 77,91 | 123,81 | 35,81 |
| 1991 | 19,43 | 62,62 | 73,27 | 54,91 | 58,11 | 12,84 | 0,49 | 0,81 | 49,04 | 109,65 | 21,72 | 18,19 | 40,09 |
| 1992 | 57,66 | 32,45 | 57,73 | 129,33 | 96,46 | 5,94 | 5,85 | 0,89 | 18,39 | 10,95 | 69,95 | 139,72 | 52,11 |
| 1993 | 56,09 | 53,72 | 30,17 | 12,45 | 35,94 | 8,57 | 0,54 | 4,30 | 12,10 | 15,34 | 21,46 | 73,40 | 27,01 |
| 1994 | 53,75 | 64,19 | 11,47 | 59,80 | 3,51 | 0,16 | 0,48 | 1,41 | 20,36 | 91,36 | 5,01 | 62,89 | 31,20 |
| 1995 | 194,35 | 19,47 | 78,24 | 35,29 | 5,42 | 62,53 | 0,00 | 5,26 | 42,26 | 15,86 | 39,86 | 26,96 | 43,79 |
| 1996 | 73,42 | 160,68 | 46,90 | 56,66 | 63,10 | 28,14 | 3,80 | 12,72 | 13,69 | 13,86 | 24,38 | 46,96 | 45,36 |
| 1997 | 47,59 | 15,25 | 29,03 | 49,13 | 18,16 | 28,69 | 2,89 | 20,32 | 60,72 | 59,00 | 101,91 | 83,02 | 42,98 |
| 1998 | 43,66 | 61,87 | 30,67 | 77,17 | 73,39 | 23,07 | 0,03 | 15,86 | 69,23 | 40,29 | 148,70 | 48,98 | 52,74 |
| 1999 | 101,71 | 61,14 | 43,68 | 25,83 | 20,69 | 21,60 | 5,15 | 2,56 | 97,00 | 26,03 | 63,04 | 95,85 | 47,02 |
| 2000 | 27,88 | 17,89 | 25,34 | 33,67 | 81,98 | 39,11 | 0,18 | 13,09 | 15,40 | 43,11 | 25,61 | 48,04 | 30,94 |
| 2001 | 149,77 | 38,00 | 20,35 | 53,30 | 47,26 | 0,09 | 0,23 | 6,77 | 84,96 | 17,99 | 35,32 | 36,01 | 40,84 |
| 2002 | 40,26 | 56,76 | 30,70 | 34,92 | 17,85 | 4,81 | 28,98 | 21,22 | 15,95 | 19,20 | 154,32 | 159,50 | 48,70 |
| 2003 | 237,41 | 89,95 | 40,77 | 109,82 | 39,32 | 10,44 | 8,77 | 8,28 | 43,56 | 57,67 | 26,45 | 174,65 | 70,59 |
| 2004 | 97,33 | 21,87 | 79,74 | 86,66 | 73,75 | 30,28 | 0,60 | 11,95 | 37,26 | 41,80 | 139,83 | 168,45 | 65,79 |
| 2005 | 73,44 | 81,46 | 45,47 | 92,28 | 7,28 | 3,90 | 10,06 | 7,14 | 22,38 | 10,09 | 41,17 | 85,22 | 39,99 |
| 2006 | 139,24 | 62,95 | 36,93 | 23,00 | 85,07 | 2,29 | 0,98 | 6,40 | 37,51 | 17,14 | 15,56 | 116,90 | 45,33 |
| 2007 | 20,35 | 36,50 | 147,42 | 90,29 | 19,03 | 10,23 | 1,47 | 6,56 | 52,74 | 30,14 | 41,71 | 97,47 | 46,16 |

Tableau N13 : Données des précipitations Mensuelles de Mila. ANRH 2020

a) Les inondations à Mila

Inondation du 30 septembre 2001 a OUD EL ATHMANIA

(CEMALI; SENOUCI.2004)

| Mois | année | P. Moyenne |
|------------------|-------------|--------------|
| janvier | 2001 | 149,77 |
| février | 2001 | 38,00 |
| mars | 2001 | 20,35 |
| avril | 2001 | 53,30 |
| mai | 2001 | 47,26 |
| juin | 2001 | 0,09 |
| juillet | 2001 | 0,23 |
| août | 2001 | 6,77 |
| septembre | 2001 | 84,96 |
| octobre | 2001 | 17,99 |
| novembre | 2001 | 35,32 |
| décembre | 2001 | 36,01 |

Tableau N14 : Donnée de Précipitation Mensuelle 2001

CHAPITRE III

I. 1. Résultats et discussion

Les inondations sont un des principaux risques naturels auxquels, la ville de Constantine est soumise. Elles sont plus fréquentes et plus violentes que celles des autres wilayas (Guelma et Mila). Ces inondations ont causé par le passé et continue de le faire aujourd'hui, des dégâts importants (infrastructures dégradées ; habitations partiellement ou totalement détruites ; équipements collectifs détériorés ;...) et enregistré de nombreuses victimes tandis que le développement local a été fortement freiné.

Ce phénomène est lié à des situations météorologiques remarquables se traduisant par une forte pluviosité (pluies importantes, orages violents), il se produit dans les zones où l'occupation du sol n'est pas conforme aux potentialités comme c'est le cas de la vallée de l'Oued Boumerzoug à Constantine. En effet, ces terrains qui correspondent aux vallées: terrains plats et sols fertiles, ont une vocation plutôt agricole que urbaine et industrielle.

Les conséquences de cette anthropisation se traduisent par des montées rapides des crues - comme c'est le cas de Constantine à l'aval de l'entrée des gorges- et qui exposent les quartiers périphériques du Bardo et de Chaabet Erssas à des risques fréquents d'inondations.

La wilaya de Guelma est soumise quant à elle à des inondations répétées dont les conséquences se traduisent par la dégradation des voies de communication, l'inondation des terres agricoles, et l'inondation de certaines agglomérations entraînent quelquefois des pertes humaines.

Ces inondations sont causées par des pluies exceptionnelles généralisées affectant plusieurs wilayas à l'exemple des inondations catastrophiques de décembre 1984 et janvier 1985.

La wilaya Mila connaît des précipitations irrégulières et souvent violentes favorisant l'érosion, ce qui a pour conséquence un rehaussement des lits des oueds provoquant des inondations et menaçant les voies de communication et les ouvrages d'arts.

I. 2. Identification des dommages et des conséquences :**Guelma**

3 février 1984 : 03 disparus, 157 familles sinistrées, 02 ponts détruits et canalisations d'AEP détruites à 100%.

29 Décembre au 01 Janvier 1985 : effondrement de trois ponts dans les communes de Héliopolis, Lefedjoudj et Bouchegouf.

(LAHLAH. S; 2004)

Les inondations de 2002 : mort de plus de 1400 têtes de bétail et destruction de plus de 4000 arbres fruitiers dans les communes de Hammam N’bail Lakhzara, Bouhchana, Ain Sendel et Dahouarar. (<https://www.elwatan.com/archives/actualites/guelma-68-18-06-2005>).



Photo 1 : Crue de Guelma (internet)

Photo 2 : Inondation de Guelma (internet)

Constantine

Les crues et inondations de :

-20 au 30 décembre 1984 : ont endommagé sérieusement les installations de la zone industrielle Boumerzoug et Palma, ont provoqué l'évacuation de 250 familles du quartier du Bardo. (BOUCHERIT 2017)

-3 octobre 1994 : ont emporté un quartier spontané de constructions datant de l'été 1994. Le nombre de familles évacuées s'élève à 57 d'après les sapeurs-pompiers.



Photo 3 : Inondation à Constantine (internet)



Photo 4 : Crue à Constantine (internet)

Photo 5 : Crue à Constantine (internet)

Relief

La wilaya de Constantine est drainée naturellement par sa topographie accidentée, les inondations enregistrées se cotonnent volontiers sur les berges des oueds et les fonds de vallées. Les déchets et les rejets de toutes sortes, contribuent à amplifier le problème

II. 3. Lutte contre les inondations :

L'élaboration d'une carte de zones inondables serait un outil précieux pour les décideurs et les planificateurs dans la définition d'une stratégie de lutte et de prévention contre les inondations.

Un Système d'alertes des crues et de surveillance des inondations : les systèmes d'alertes des crues et de surveillance des inondations permettront de comprendre, de surveiller, de mieux informer la population des risques d'inondation, d'acquérir des données et donc de la connaissance pour pouvoir réagir à temps.

Les systèmes d'alertes des crues et de surveillance des inondations ont pour buts principaux :

- L'acquisition de données pluviométriques et limnométriques des débits physico chimiques
- La transmission en temps réel ou à temps régulier en vue d'une centralisation des informations
- Le stockage des données et leur critique.
- La transmission d'alarmes.
- L'historisation des mesures et des évènements.

(<http://www.paratronic.info/risques-naturels/surveillance-eaux/index.php#2,2;0>)

Un Plans de prévention des risques d'inondations (PPRI) : il a pour objectif de réglementer l'occupation et l'utilisation du sol dans les zones à risques. Ils délimitent les zones exposées aux risques, et réglementent l'occupation et l'utilisation du sol dans ces zones, en fonction de l'aléa et des enjeux, et ce afin de :

- Ne pas augmenter le nombre de personnes et de biens exposés.
- Réduire la vulnérabilité de ceux qui sont déjà installés dans ces zones.
- Ne pas aggraver les risques, ni d'en provoquer de nouveaux.

(plans-de-prevention-des-risques-inondation-ppri-r375.html)

Correction torrentiel

Selon la pente, les rivières se classent en trois types ; dans les rivières torrentielles et les torrents, la vitesse d'écoulement est très élevée et provoque le transport des sédiments par la force de drainage de la lave torrentielle. Pour diminuer cette vitesse on utilise les travaux de correction torrentielle qui consistent à implanter des digues le long du cours d'eau. (DJEBAI 2015).

CONCLUSION

Conclusion

Il est nécessaire de rappeler l'objet de notre étude, qui porte sur les précipitations torrentielles et leur relation avec les inondations dans l'Est algérien.

L'hydrologie de surface et l'hydrographie du bassin versant ont été prises en compte dans ce travail de mémoire. Les données des précipitations collectées couvrent la période allant de 1984 à 2007. Les inondations enregistrées correspondent aux pluies torrentielles. Les exemples d'inondation sont récapitulés comme suit :

- **Constantine** : 3 octobre 1994, 20 au 30 décembre 1984, avril 2001, août 2002, ainsi que les dernières crues et inondations de février - mars 2003.
- **Guelma** : 03 Février 1984, 29 Décembre au 01 Janvier 1985, les inondations de 2002.
- **Mila** : 30 septembre 2001.

La zone d'investigation est réputée pour ses inondations répétées :

- Espace de plaine littorale.
- Caractère physiographique exposé.
- Précipitation orageuse.

Les conséquences soulevées dans toutes les zones (Constantine, Guelma, Mila) montrent le caractère catastrophique sur l'homme, l'environnement, l'économie et le patrimoine culturel.

L'Est algérien continue d'être impacté par des épisodes d'inondations répétées et leurs conséquences sur l'environnement et les hommes sont néfastes (...aout 2008, aout 2020 Wilaya de Mila/2008 Wilaya de Guelma/ Constantine El Gourzi 2013).

Références Bibliographiques

Références :

AIDAT A ; TYPOLOGIE DE RAPPORTS ENTRE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SON RHUMEL-BOUMERZOUG. DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME. UNIVERSITE MENTOURI –CONSTANTINE FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE, DE LA GEOGRAPHIE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, 180p.

AISSA MADAOUI O ; AISSA MADAOUI R ; PROTECTION DES VILLES CONTRE LES INONDATIONS CAS DU CENTRE D'AIN FEZZA TLEMCEN. Hydraulique Eau Sol et Aménagement, Université ABOU BEKR BELKAID, 2015/2016, 149p

Algérie Presse Service. 2018. Guelma: lancement prochainement de plusieurs projets pour lutter contre les risques d'inondation. Radio Algérienne.

Agence Nationale Des Resource Hydrolique, 2020.

Alp'Géorisques et Graphies, 2020, PRIM, https://www.essonne.fr/fileadmin/5-cadre_vie_environnement/Environnement/risques_majeurs/dossier_information.pdf

BACHI M; PROBLEMATIQUE DU RISQUE INONDATION EN MILIEU URBAIN; CAS DE L'AGGLOMERATION DE SIDI BEL ABBES. Faculté de Technologie. Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen, 2011, 128p

Boucherit A.L; Maitrise des crues et des rejets dans l'aménagement des oueds Rhumel et Boumerzoug à Constantine. Eau et Aménagement durable. UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE DE LA GEOGRAPHIE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, 2017, 116p.

BRANKI S ; 2020 ; République Algérienne démocratique et populaire Ministère de l'industrie Agence nationale de développement de l'investissement ; <http://www.andi.dz/PDF/monographies/Constantine.pdf>

CEMALI N, SENOUCI A. LES INONDATIONS DU 30 SEPTEMBRE 2001 A OUED EL ATHMANIA ET A GOURZY (WILAYA DE CONSTANTINE). DES JOURNEES TECHNIQUES : RISQUES NATURELS : INONDATION, PREVISION, PROTECTION., CRSTRA, Batna.2004 182p.

Chachoua A; GESTION DE CRUE DANS UN BASSIN VERSANT. Etude hydrologique. Hydraulique et aménagement sciences de l'ingénieur. UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAID, 2009-2010, 135 p

DIB I; DEBBECHE A; L'érosion du bassin versant de Beni Haroun (Oued Kotone) à Mila. Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 2018, 49p.

DJERFAOUI I; Le risque glissement de terrain dans la commune de Mila, causes et effets : Cas de la cité des 185 logements, lotissement Boulmerka, Mila. Gestion Des Techniques Urbaines. Université Mohamed Boudiaf M'sila Institut De Gestion Des Techniques Urbaines, 2016, 89p

DJEBALI KH; Contribution à l'étude de l'aléa " inondations": Genèse et prédiction Cas de la vallée d'El-Abadia (w.Ain Defla), AMENAGEMENT ET GENIE HYDRAULIQUE, ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah, 2015, 94p.

Guerfi Z ; Rezaiguia S; Intégrité des cours d'eau de la Seybouse et Contribution à l'étude des genres d'Ephéméroptères. FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCE DE TERRE ET DE L'UNIVERS. Université 08 Mai 1945 Guelma, 2018, 138p.

SERVAT E, 2020, HYDROLOGIE.ORG, <https://hydrologie.org/glu/FRDIC/DICINOND.HT>

Jean-François Fortier ; 2020 ; Aqua portail ; <https://www.aquaportail.com/definition-14340-pluie-torrentielle.html>

Kebaili O; Benlouar O; LES INONDATIONS DANS LES AGGLOMERATION CAS D'AIN M'LILA. EAU ET AMENAGEMENT DURABLE, Université Des Frères Mentouri Constantine 1 Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'Aménagement du territoire, 2018, 88p

LAHLAH S. 2004 Ingénieur Hydrologue, chef de section. ANRH. DES JOURNEES TECHNIQUES : RISQUES NATURELS : INONDATION, PREVISION, PROTECTION., CRSTRA, Batna. 182p.

LAVIGNE F. LE RISQUE D'INONDATION ET SES EFFETS. 2012.

LEMZADMI Ch ; SAIDI H; Perte de capacité de stockage en eau dans quelques barrages de l'est Algérien. Faculté des Sciences et de la Technologie. Université 8 Mai 1945 de Guelma, 2017, 97p.

PARATRONIC ,2020,<http://www.paratronic.info/risquesnaturels/surveillanceeaux/index.php>

Direction Régionale et Interdépartementale de L'environnement et de l'Energie, 2020 <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/plans-de-prevention-des-risques-inondation-ppri-r375.html>.

SAHBI H; ANALYSES DE FREQUENCE DES CRUES DANS LE NORD ALGERIEN PAR DEUX APPROCHES STATISTIQUES. DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE. ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-, 2018, 84p

ZEBIRI A. 2004 IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DU RISQUE D'INONDATION, LE CAS DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET D UNE SECTION DE L'OUED BOUMERZOUG. DES JOURNEES TECHNIQUES : RISQUES NATURELS : INONDATION, PREVISION, PROTECTION., CRSTRA, Batna. 182p.

ANNEXE

ANNEXE :

Tableau N2 : Données des Précipitations Mensuelles de Constantine ANRH (2020)

| Année/mois | janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | août | septembre | octobre | novembre | décembre | Moyen |
|------------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|------------|
| 1984 | 116,48 | 126,88 | 39,35 | 33,61 | 14,96 | 6,61 | 0,00 | 0,59 | 29,25 | 136,36 | 6,87 | 261,08 | 64,3359206 |
| 1985 | 75,93 | 33,62 | 174,84 | 17,63 | 63,92 | 1,39 | 1,02 | 0,07 | 49,07 | 28,72 | 18,39 | 28,67 | 41,1059358 |
| 1986 | 92,65 | 38,20 | 89,81 | 33,71 | 15,40 | 19,26 | 1,98 | 9,33 | 37,05 | 35,29 | 62,67 | 101,12 | 44,7044543 |
| 1987 | 50,98 | 113,98 | 66,29 | 23,02 | 31,68 | 2,33 | 20,38 | 2,34 | 4,04 | 39,58 | 33,82 | 15,91 | 33,6955516 |
| 1988 | 51,99 | 51,82 | 51,62 | 31,00 | 37,80 | 31,50 | 7,87 | 5,73 | 19,87 | 0,47 | 24,18 | 141,89 | 37,978298 |
| 1989 | 23,35 | 42,66 | 41,01 | 43,99 | 15,95 | 18,92 | 6,66 | 16,92 | 37,80 | 49,31 | 23,15 | 10,36 | 27,5071063 |
| 1990 | 83,65 | 0,01 | 28,62 | 29,46 | 55,37 | 12,31 | 1,27 | 7,66 | 6,24 | 3,41 | 77,91 | 123,81 | 35,8106638 |
| 1991 | 19,43 | 62,62 | 73,27 | 54,91 | 58,11 | 12,84 | 0,49 | 0,81 | 49,04 | 109,65 | 21,72 | 18,19 | 40,09056 |
| 1992 | 57,66 | 32,45 | 57,73 | 129,33 | 96,46 | 5,94 | 5,85 | 0,89 | 18,39 | 10,95 | 69,95 | 139,72 | 52,1089581 |
| 1993 | 56,09 | 53,72 | 30,17 | 12,45 | 35,94 | 8,57 | 0,54 | 4,30 | 12,10 | 15,34 | 21,46 | 73,40 | 27,0060557 |
| 1994 | 53,75 | 64,19 | 11,47 | 59,80 | 3,51 | 0,16 | 0,48 | 1,41 | 20,36 | 91,36 | 5,01 | 62,89 | 31,1997065 |
| 1995 | 194,35 | 19,47 | 78,24 | 35,29 | 5,42 | 62,53 | 0,00 | 5,26 | 42,26 | 15,86 | 39,86 | 26,96 | 43,7916873 |
| 1996 | 73,42 | 160,68 | 46,90 | 56,66 | 63,10 | 28,14 | 3,80 | 12,72 | 13,69 | 13,86 | 24,38 | 46,96 | 45,3595032 |
| 1997 | 47,59 | 15,25 | 29,03 | 49,13 | 18,16 | 28,69 | 2,89 | 20,32 | 60,72 | 59,00 | 101,91 | 83,02 | 42,9757134 |
| 1998 | 43,66 | 61,87 | 30,67 | 77,17 | 73,39 | 23,07 | 0,03 | 15,86 | 69,23 | 40,29 | 148,70 | 48,98 | 52,7437163 |
| 1999 | 101,71 | 61,14 | 43,68 | 25,83 | 20,69 | 21,60 | 5,15 | 2,56 | 97,00 | 26,03 | 63,04 | 95,85 | 47,0240895 |
| 2000 | 27,88 | 17,89 | 25,34 | 33,67 | 81,98 | 39,11 | 0,18 | 13,09 | 15,40 | 43,11 | 25,61 | 48,04 | 30,9415436 |
| 2001 | 149,77 | 38,00 | 20,35 | 53,30 | 47,26 | 0,09 | 0,23 | 6,77 | 84,96 | 17,99 | 35,32 | 36,01 | 40,8370499 |
| 2002 | 40,26 | 56,76 | 30,70 | 34,92 | 17,85 | 4,81 | 28,98 | 21,22 | 15,95 | 19,20 | 154,32 | 159,50 | 48,704033 |
| 2003 | 237,41 | 89,95 | 40,77 | 109,82 | 39,32 | 10,44 | 8,77 | 8,28 | 43,56 | 57,67 | 26,45 | 174,65 | 70,5907687 |
| 2004 | 97,33 | 21,87 | 79,74 | 86,66 | 73,75 | 30,28 | 0,60 | 11,95 | 37,26 | 41,80 | 139,83 | 168,45 | 65,7929735 |
| 2005 | 73,44 | 81,46 | 45,47 | 92,28 | 7,28 | 3,90 | 10,06 | 7,14 | 22,38 | 10,09 | 41,17 | 85,22 | 39,9902899 |
| 2006 | 139,24 | 62,95 | 36,93 | 23,00 | 85,07 | 2,29 | 0,98 | 6,40 | 37,51 | 17,14 | 15,56 | 116,90 | 45,3296211 |
| 2007 | 20,35 | 36,50 | 147,42 | 90,29 | 19,03 | 10,23 | 1,47 | 6,56 | 52,74 | 30,14 | 41,71 | 97,47 | 46,1585284 |

Tableau N7 : Pj Max Heliopolis. ANRH 2020

| 1984 | sept | oct | nov | dec | jan | fev | mar | avril | mai | juin | juil | août | annual |
|-----------------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| PJ max (mm) | 17,6 | 31,7 | 5,3 | 72,1 | 12,2 | 27,2 | 44 | 14,2 | 22,9 | 0 | 0 | 0 | 72,1 |
| Totaux (mm) | 34,5 | 148,3 | 13,9 | 292,4 | 60 | 66,7 | 126,6 | 27,9 | 57,1 | 0 | 0 | 0 | 827,4 |
| Jour du max | 19 | 13 | 19 | 29 | 16 | 12 | 7 | 15 | 12 | 1 | 1 | 1 | |
| Nbre jour pluv. | 4 | 16 | 7 | 17 | 13 | 5 | 14 | 5 | 9 | 0 | 0 | 0 | 90 |

Tableau N8 : Pj Max Heliopolis. ANRH 2020

| 1985 | sept | oct | nov | dec | jan | fev | mar | avril | mai | juin | juil | août | annual |
|-----------------|------|------|-----|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|--------|
| PJ max (mm) | 19,7 | 40,4 | 4,3 | 3,9 | 36 | 9 | 16,1 | 10,7 | 7 | 3,9 | 0 | 2,8 | 40,4 |
| Totaux (mm) | 41,7 | 59,5 | 11 | 16,4 | 128,4 | 39,6 | 75,8 | 42,4 | 14,3 | 8,1 | 0 | 2,8 | 440 |
| Jour du max | 16 | 9 | 17 | 6 | 9 | 18 | 7 | 7 | 30 | 1 | 1 | 31 | |
| Nbre jour pluv. | 7 | 6 | 6 | 7 | 21 | 11 | 14 | 10 | 4 | 3 | 0 | 1 | 90 |

Tableau N9 : Données de précipitations Mensuelles de Guelma. ANRH 2020

| Année/mois | janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | août | septembre | octobre | novembre | décembre | Moyenne |
|------------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|------------|
| 1984 | 122,33 | 174,02 | 38,47 | 29,01 | 4,05 | 9,79 | 0,01 | 1,89 | 26,78 | 94,48 | 13,27 | 341,44 | 71,2961855 |
| 1985 | 74,15 | 38,25 | 133,40 | 37,96 | 50,99 | 0,05 | 1,09 | 0,05 | 42,05 | 36,46 | 23,11 | 21,42 | 38,248611 |
| 1986 | 91,45 | 29,21 | 72,28 | 31,13 | 11,91 | 14,86 | 1,24 | 2,40 | 58,64 | 74,56 | 100,87 | 108,27 | 49,7349502 |
| 1987 | 49,56 | 141,72 | 68,75 | 32,72 | 56,80 | 0,75 | 15,61 | 3,80 | 2,41 | 25,00 | 47,19 | 22,54 | 38,9045524 |
| 1988 | 66,76 | 42,81 | 50,72 | 31,89 | 41,96 | 73,41 | 1,65 | 2,90 | 35,17 | 7,04 | 24,37 | 145,30 | 43,6649391 |
| 1989 | 38,39 | 62,96 | 37,14 | 53,23 | 10,22 | 25,44 | 14,25 | 20,00 | 37,51 | 35,43 | 31,23 | 23,64 | 32,4534222 |
| 1990 | 101,99 | 0,61 | 32,79 | 31,63 | 43,97 | 20,87 | 9,08 | 29,35 | 10,67 | 28,49 | 121,10 | 134,44 | 47,0815449 |
| 1991 | 40,07 | 56,24 | 105,49 | 62,66 | 49,43 | 22,79 | 5,07 | 6,25 | 28,44 | 111,53 | 29,43 | 20,71 | 44,8424619 |
| 1992 | 43,60 | 57,27 | 57,37 | 126,65 | 83,21 | 10,93 | 13,50 | 6,22 | 18,11 | 31,37 | 145,27 | 214,48 | 67,3310114 |
| 1993 | 45,98 | 45,38 | 34,95 | 24,10 | 82,69 | 13,67 | 0,75 | 5,59 | 19,60 | 15,27 | 12,45 | 144,71 | 37,0946787 |
| 1994 | 68,27 | 85,57 | 10,83 | 68,93 | 5,68 | 0,03 | 0,33 | 2,09 | 27,55 | 85,59 | 21,02 | 63,76 | 36,6386531 |
| 1995 | 191,15 | 3,71 | 134,24 | 31,61 | 3,29 | 42,85 | 0,02 | 4,95 | 68,30 | 21,78 | 34,42 | 24,22 | 46,7117968 |
| 1996 | 88,32 | 174,60 | 30,41 | 50,81 | 53,71 | 14,34 | 4,56 | 5,00 | 13,95 | 17,84 | 12,40 | 42,80 | 42,3940226 |
| 1997 | 43,67 | 19,49 | 26,45 | 42,53 | 11,30 | 27,35 | 1,93 | 13,51 | 52,84 | 45,50 | 91,22 | 94,25 | 39,1705218 |
| 1998 | 27,12 | 61,46 | 58,75 | 56,98 | 48,94 | 4,29 | 5,01 | 14,60 | 62,10 | 42,33 | 187,38 | 53,45 | 51,8667159 |
| 1999 | 111,99 | 43,98 | 67,75 | 32,54 | 34,46 | 9,38 | 7,75 | 7,61 | 42,37 | 21,98 | 74,76 | 132,29 | 48,905621 |
| 2000 | 19,00 | 14,73 | 21,82 | 45,07 | 101,20 | 28,08 | 0,07 | 20,51 | 19,14 | 51,52 | 18,59 | 54,48 | 32,8503256 |
| 2001 | 144,72 | 34,51 | 23,27 | 50,57 | 47,10 | 0,08 | 0,01 | 9,44 | 64,66 | 16,07 | 26,54 | 28,57 | 37,1294147 |
| 2002 | 31,95 | 91,75 | 23,54 | 46,77 | 14,11 | 2,67 | 13,10 | 36,30 | 29,81 | 25,82 | 164,52 | 109,43 | 49,1473912 |
| 2003 | 238,09 | 71,52 | 33,55 | 136,38 | 44,25 | 4,27 | 0,90 | 0,71 | 68,54 | 47,73 | 25,82 | 258,77 | 77,5433454 |
| 2004 | 95,91 | 13,95 | 74,15 | 54,84 | 113,74 | 75,41 | 0,02 | 12,94 | 33,53 | 31,23 | 176,76 | 183,59 | 72,1728447 |
| 2005 | 90,21 | 97,08 | 47,71 | 90,13 | 6,29 | 12,91 | 2,93 | 8,59 | 15,59 | 7,46 | 9,99 | 104,57 | 41,1227205 |
| 2006 | 125,54 | 80,33 | 34,91 | 20,37 | 70,91 | 1,47 | 3,81 | 9,80 | 23,15 | 20,31 | 26,46 | 102,57 | 43,3024472 |
| 2007 | 33,82 | 42,39 | 190,54 | 80,60 | 21,43 | 17,06 | 2,51 | 2,04 | 50,89 | 43,81 | 31,03 | 103,52 | 51,6377618 |

Tableau N13 : Données des précipitations Mensuelles de Mila. ANRH 2020

| Année/mois | janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | août | septembre | octobre | novembre | décembre | Moyenne |
|------------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|---------|
| 1984 | 116,48 | 126,88 | 39,35 | 33,61 | 14,96 | 6,61 | 0,00 | 0,59 | 29,25 | 136,36 | 6,87 | 261,08 | 64,34 |
| 1985 | 75,93 | 33,62 | 174,84 | 17,63 | 63,92 | 1,39 | 1,02 | 0,07 | 49,07 | 28,72 | 18,39 | 28,67 | 41,11 |
| 1986 | 92,65 | 38,20 | 89,81 | 33,71 | 15,40 | 19,26 | 1,98 | 9,33 | 37,05 | 35,29 | 62,67 | 101,12 | 44,70 |
| 1987 | 50,98 | 113,98 | 66,29 | 23,02 | 31,68 | 2,33 | 20,38 | 2,34 | 4,04 | 39,58 | 33,82 | 15,91 | 33,70 |
| 1988 | 51,99 | 51,82 | 51,62 | 31,00 | 37,80 | 31,50 | 7,87 | 5,73 | 19,87 | 0,47 | 24,18 | 141,89 | 37,98 |
| 1989 | 23,35 | 42,66 | 41,01 | 43,99 | 15,95 | 18,92 | 6,66 | 16,92 | 37,80 | 49,31 | 23,15 | 10,36 | 27,51 |
| 1990 | 83,65 | 0,01 | 28,62 | 29,46 | 55,37 | 12,31 | 1,27 | 7,66 | 6,24 | 3,41 | 77,91 | 123,81 | 35,81 |
| 1991 | 19,43 | 62,62 | 73,27 | 54,91 | 58,11 | 12,84 | 0,49 | 0,81 | 49,04 | 109,65 | 21,72 | 18,19 | 40,09 |
| 1992 | 57,66 | 32,45 | 57,73 | 129,33 | 96,46 | 5,94 | 5,85 | 0,89 | 18,39 | 10,95 | 69,95 | 139,72 | 52,11 |
| 1993 | 56,09 | 53,72 | 30,17 | 12,45 | 35,94 | 8,57 | 0,54 | 4,30 | 12,10 | 15,34 | 21,46 | 73,40 | 27,01 |
| 1994 | 53,75 | 64,19 | 11,47 | 59,80 | 3,51 | 0,16 | 0,48 | 1,41 | 20,36 | 91,36 | 5,01 | 62,89 | 31,20 |
| 1995 | 194,35 | 19,47 | 78,24 | 35,29 | 5,42 | 62,53 | 0,00 | 5,26 | 42,26 | 15,86 | 39,86 | 26,96 | 43,79 |
| 1996 | 73,42 | 160,68 | 46,90 | 56,66 | 63,10 | 28,14 | 3,80 | 12,72 | 13,69 | 13,86 | 24,38 | 46,96 | 45,36 |
| 1997 | 47,59 | 15,25 | 29,03 | 49,13 | 18,16 | 28,69 | 2,89 | 20,32 | 60,72 | 59,00 | 101,91 | 83,02 | 42,98 |
| 1998 | 43,66 | 61,87 | 30,67 | 77,17 | 73,39 | 23,07 | 0,03 | 15,86 | 69,23 | 40,29 | 148,70 | 48,98 | 52,74 |
| 1999 | 101,71 | 61,14 | 43,68 | 25,83 | 20,69 | 21,60 | 5,15 | 2,56 | 97,00 | 26,03 | 63,04 | 95,85 | 47,02 |
| 2000 | 27,88 | 17,89 | 25,34 | 33,67 | 81,98 | 39,11 | 0,18 | 13,09 | 15,40 | 43,11 | 25,61 | 48,04 | 30,94 |
| 2001 | 149,77 | 38,00 | 20,35 | 53,30 | 47,26 | 0,09 | 0,23 | 6,77 | 84,96 | 17,99 | 35,32 | 36,01 | 40,84 |
| 2002 | 40,26 | 56,76 | 30,70 | 34,92 | 17,85 | 4,81 | 28,98 | 21,22 | 15,95 | 19,20 | 154,32 | 159,50 | 48,70 |
| 2003 | 237,41 | 89,95 | 40,77 | 109,82 | 39,32 | 10,44 | 8,77 | 8,28 | 43,56 | 57,67 | 26,45 | 174,65 | 70,59 |
| 2004 | 97,33 | 21,87 | 79,74 | 86,66 | 73,75 | 30,28 | 0,60 | 11,95 | 37,26 | 41,80 | 139,83 | 168,45 | 65,79 |
| 2005 | 73,44 | 81,46 | 45,47 | 92,28 | 7,28 | 3,90 | 10,06 | 7,14 | 22,38 | 10,09 | 41,17 | 85,22 | 39,99 |
| 2006 | 139,24 | 62,95 | 36,93 | 23,00 | 85,07 | 2,29 | 0,98 | 6,40 | 37,51 | 17,14 | 15,56 | 116,90 | 45,33 |
| 2007 | 20,35 | 36,50 | 147,42 | 90,29 | 19,03 | 10,23 | 1,47 | 6,56 | 52,74 | 30,14 | 41,71 | 97,47 | 46,16 |

Résumé :

La problématique des risques naturels et plus particulièrement du risque d'inondation est un sujet d'actualité en Algérie et dans le monde entier, notamment au regard des dernières grandes crues catastrophiques.

Dans ce mémoire nous avons étudiée le phénomène des inondations dans trois wilayas (Constantine, Guelma, Mila).

Le but de cette étude est de définir la torrencialité des précipitations et leurs relations avec les inondations et de proposer des solutions de lutter contre ce phénomène.

Abstract :

The problematic of natural dangers specially the one of floods is a recent topic in Algeria and worldwide, notably among the great present disasters.

In this thesis, we have studied the phenomenon of floods in three departments, Constantine, Mila and Guelma.

The purpose of this work is to define the flow of rains and their relations with the floods and suggest solutions to combat this phenomenon.

ملخص:

تعتبر قضية المخاطر الطبيعية وخاصة مخاطر الفيضانات من قضايا الساعة في الجزائر وحول العالم، لا سيما في ظل آخر الفيضانات الكبرى الكارثية.

درسنا في هذه الرسالة ظاهرة الفيضانات في ثلاث ولايات (قسنطينة، قلمة، ميلة).

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد غزارة هطول الأمطار وعلاقتها بالفيضانات واقتراح الحلول لمكافحة هذه الظاهرة.

**Thème : Types de précipitations torrentielles et leurs relations avec les
inondations dans les wilayas de Constantine, Mila et Guelma**

Résumé :

La problématique des risques naturels et plus particulièrement du risque d'inondation est un sujet d'actualité en Algérie et dans le monde entier, notamment au regard des dernières grandes crues catastrophiques.

Dans ce mémoire nous avons étudiée le phénomène des inondations dans trois wilayas (Constantine, Guelma et Mila).

Le but de cette étude est de définir la torrencialité des précipitations et leurs relations avec les inondations et de proposer des solutions de lutter contre ce phénomène.

Mots clés : Inondations, Torrencialité, Crue, Risque Naturels

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques. Faculté des Sciences de la nature et de la vie. Département de Biologie et Ecologie Végétale. Université des frères Mentouri Constantine.

Jury d'évaluation

Président du jury : ALATOU Djamel

Prof - UFM Constantine 1.

Rapporteur : BENDERRADJI Med El. Habib

Prof - UFM Constantine 1.

Examineur : ARFA Azzedine Mohamed Toufik

MAA- UFM Constantine

Examineur : GHANA Mohamed

MAA- UFM Constantine 1