



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DJILALI BOUNAAMA-KHEMIS MILIANA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE  
LA TERRE

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

## MEMOIRE DE MASTER

*En vue de l'obtention d'un diplôme de Master*

**Filière : Géologie**

**Spécialité : ressources en eau et géoenvironnement**

**Thème :**

**GESTION DU RISQUE DE LA  
SÉCHERESSE : WILAYA DE AIN DEFLA  
(ALGÉRIE N)**

**Présenté par :**

**TIDAFI Mohamed Yazid**

**Devant le jury composé de :**

<b>Nom et prénom :</b>	<b>Qualité :</b>	<b>Grade :</b>	<b>Université :</b>
• Mr. GUENFOUD Ahmed	Président	MAA	UDBKM
• Mr. ZADAM Miloud	Examineur	MAA	UDBKM
• Mr. SAHRAOUI Abdelbasset	Promoteur	MAA	UDBKM

**2020/2021**



# Remerciements

*Avant tout je remercie Allah Tout-Puissant de m'avoir donné la force et le courage pour surmonter toutes les difficultés rencontrées durant toutes ces années.*

*Je remercie mon promoteur « Dr. SAHRAPUI Abdelbasset » de m'avoir suivi pendant la réalisation de ce mémoire.*

*Je remercie mes amis qui partagent la vie à l'université durant cinq ans.*

*Je remercie le chef du service des ressources en eau de surface au niveau de l'ANRH BLIDA monsieur « i. SAID » pour son aide en me fournissant toutes les données et aussi « Dr. Z. NAIMA » qui a contribué à compléter les données que j'ai utilisées dans cette étude.*

## *Dédicace*

*A mes parents, mon père TIDAFI AHMED, et ma mère AOUISSAT FARIDA.*

*A ma sœur IMANE et mon frère HICHAM.*

*A mes amis AYMEN, HACEN, ZAKARIA, HICHAM, ABD El-RREZAK.*

*Et à toute la famille de sciences de la terre et de l'univers en FSNV-ST.*

## Résumé

La gestion du risque de la sécheresse à l'échelle globale est devenue une nécessité urgente, surtout avec la tendance climatique vers la diminution remarquable des précipitations, et l'augmentation de l'utilisation de la ressource en eau dans tous les domaines, de ce fait une politique de prévention devrait être mise en place, afin de conserver l'eau et garantir sa disponibilité.

Pour cela, dans ce mémoire de master « gestion du risque de la sécheresse dans la wilaya de Ain Defla » on essayera de caractériser la sécheresse et tout type de manque d'eau, la chercher des facteurs réels d'augmentation du phénomène de sécheresse, et la déterminera des mesures efficaces de gestion de crise de pénurie en eau.

L'étude a été réalisée par l'application des indices qui traitent ce phénomène (SPI Indice de précipitation standardisé), (EN Indice de l'écart de la normale) et (EN cumulé) avec l'utilisation des données des précipitations obtenues de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH).

**Mots clés :** sécheresse – climat – pénurie en eau – précipitations – SPI – Ain Defla – Algérie.

## ملخص

إدارة خطر الجفاف أصبحت على الصعيد العالمي ضرورة ملحة، خصوصاً مع التوجه المناخي نحو الانخفاض الملحوظ في تساقطات الأمطار و الزيادة في استخدام الموارد المائية في كل المجالات، من هذا الواقع، ينبغي وضع سياسة وقائية من أجل الحفاظ على المياه وضمان توافرها.

ولهذا في مذكرة الماستر هذه « إدارة خطر الجفاف في ولاية عين الدفلة »، سنحاول توصيف الجفاف وكل نمط لنقص المياه والبحث عن العوامل الحقيقية في زيادة ظاهرة الجفاف مع طرح عدة تدابير فعالة للتحكم في أزمة ندرة المياه.

وقد أجريت الدراسة من خلال تطبيق المؤشرات التي تعالج هذه الظاهرة (SPI مؤشر التساقط القياسي)، و (EN مؤشر الانحراف عن العادي) و (EN التراكمي) مع استخدام بيانات هطول الأمطار التي تم الحصول عليها من الوكالة الوطنية للموارد المائية (ووم م ANRH).

**كلمات مفتاحية :** الجفاف – مناخ – الندرة في المياه – التساقطات – مؤشر التساقط القياسي – عين الدفلة – الجزائر.

## **Summary**

Drought risk management on a global scale has become an urgent necessity, especially with the climatic tendency towards a remarkable decrease in precipitations, and increase use of water resources in all areas, therefore a prevention policy should be put in place, in order to conserve water and ensure its availability.

For this purpose, in this master's thesis "drought risk management in the state of Ain Defla" we will try to characterize the drought and any type of lack of water, search for the real factors of increase of the drought phenomenon, and identify efficient measures of water shortage crisis management.

The study was carried out by applying the indices that deal with this phenomenon (SPI standardized precipitation Index), (EN Index of deviation from normal) and (EN cumulated) with the use of precipitation data collected from the National Agency of Water Resources.

**Key words:** drought – climate – water shortage – precipitation – SPI – Ain Defla – Algeria.

## Sommaire :

Remerciements.....	3
Dédicace.....	4
Résumé.....	5
Summary .....	6
Introduction Générale.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique sur la gestion du risque de la sécheresse .....	4
I.1. Définition de la sécheresse :.....	5
I.2. Sécheresse et aridité :.....	6
I.2.1. Les différentes causes de sécheresse.....	6
I.2.1.1. Les causes naturelles (météorologiques) :.....	6
I.2.2. Les causes humaines :.....	6
I.3. Les facteurs de la sécheresse :.....	7
I.4. Les types de sécheresses.....	7
I.4.1. La sécheresse de type météorologique ou climatique :.....	7
I.4.2. La sécheresse de type agricole :.....	8
I.4.3. La sécheresse de type hydrologique :.....	8
I.4.4. La sécheresse de type socioéconomique :.....	9
I.5. Caractérisation de la sécheresse et de son intensité :.....	10
I.6. Les impacts de la sécheresse : .....	11
I.6.1. Impacts économiques de la sécheresse :.....	12
I.6.2. Impacts sociaux de la sécheresse: .....	13
I.6.3. Impacts environnementaux de la sécheresse :.....	14
Chapitre II : présentation de la zone d'étude .....	17
II.1. Situation géographique :.....	18
II.2. Le relief de la wilaya d'Ain Defla.....	19
II.2.1. Les Monts du DAHRA-ZACCAR :.....	19
II.2.1.1. LE ZACCAR :.....	19
II.2.1.2. Le Dahra : .....	20
II.2.2. Les Monts de l'OUARSNIS : .....	20

II.2.3. La plaine du Cheliff : .....	20
<b>II.3. Cadre géologique général: .....</b>	<b>21</b>
<b>II.3.1. Les différentes unités géologiques de l'Algérie du nord :.....</b>	<b>21</b>
II.3.2. Les Zones internes (Tell septentrional) : .....	22
II.3.3. Zone intermédiaire (nappes de flysch) : .....	23
II.3.4. Les Zones externes (Tell méridional) : .....	23
<b>II.4. la géologie de la zone d'étude ou géologie locale.....</b>	<b>23</b>
II.4.1. Les formations paléozoïques : .....	23
II.4.2. Les formations mésozoïques : .....	23
II.4.2.1. Le Trias : .....	24
II.4.2.2. Le Jurassique : .....	24
II.4.2.3. Crétacé : .....	24
II.4.3. Les formations cénozoïques.....	24
II.4.3.1. L'Eocène : .....	24
II.4.3.2. Le Miocène : .....	24
II.4.3.3. Le Pliocène : .....	24
II.4.3.4. Quartenaire : .....	25
<b>II.5. Le climat :.....</b>	<b>25</b>
II.5.1. Précipitations : .....	26
II.5.2. Température : .....	28
II.5.2.1. Le diagramme Ombrothermique : .....	29
II.5.2.2. Climagramme d'Emberger : .....	30
II.5.3. Humidité : .....	31
II.5.4. Vent : .....	31
II.5.5. Les rayonnements solaires : .....	32
<b>II.6. Etude pédologique :.....</b>	<b>32</b>
<b>II.7. Les ressources en eau de la wilaya d'Ain Defla :.....</b>	<b>34</b>
II.7.1. Hydrographie : .....	34
II.8. Hydrogéologie : .....	35
<b>II.9. La démographie :.....</b>	<b>36</b>
<b>Chapitre III : estimation de la sécheresse .....</b>	<b>37</b>
<b>III.1. Les indices d'estimation de la sécheresse (climatique) :.....</b>	<b>38</b>
III.1.1. Indice de l'écart de la normale (En) : .....	38
III.1.2. En cumulé : .....	39
III.1.3. L'indice de SPI : .....	39



<b>III.2. Application des indices de sécheresse sur les stations d'AIN DEFLA :</b> .....	<b>40</b>
<b>III.2.1. Sur la station de Ain Defla :</b> .....	40
<b>III.2.2. Sur la station d'ARIB CHELIFF :</b> .....	43
<b>III.2.3. Sur la station de BORDJ EL AMIR AEK :</b> .....	46
<b>III.2.4. Sur la station de GHRIB BGE :</b> .....	48
<b>III.2.5. Sur la station de EL KHEMIS ANRH :</b> .....	51
<b>III.2.6. Sur la station de MILIANA :</b> .....	53
<b>Chapitre IV : gestion de la sécheresse dans la région</b> .....	<b>57</b>
<b>IV.1. Gestion du risque de sécheresse</b> .....	<b>58</b>
<b>IV.1.1. Approches de la gestion du risque de sécheresse :</b> .....	58
<b>IV.1.1.1. Système de surveillance de la sécheresse et d'alerte précoce :</b> .....	59
<b>IV.1.1.2. L'évaluation de la vulnérabilité et des incidences :</b> .....	59
<b>IV.1.1.3. Le travail lié à l'atténuation, la préparation et la réponse à la sécheresse :</b> .....	59
<b>IV.2. Concepts de base de l'intégration dans le cas de la sécheresse :</b> .....	<b>61</b>
<b>IV.2.1 Etapes essentielles de l'intégration de la gestion de risque de la sécheresse :</b> .....	61
<b>IV.3. Gestion du risque de sécheresse dans la région d'étude</b> .....	<b>62</b>
<b>IV.3.1. Les mesures de la lutte contre le déficit en eau dans la wilaya d'Ain Defla :</b> .....	62
<b>IV.3.1.1. La restauration des eaux usées traitées pour les besoins de l'agriculture et de l'industrie :</b> .....	62
<b>IV.3.1.2. la réalisation des grands barrages :</b> .....	63
<b>IV.3.1.3. la réalisation des canaux de transfert d'eau inter régions pour faire face aux sécheresses locales ou régionales :</b> .....	64
<b>IV.3.1.4. la mobilisation des ressources en eau superficielles et souterraines :</b> .....	65
<b>IV.3.1.5. l'utilisation des méthodes d'irrigation économiques d'eaux :</b> .....	66
<b>IV.4. L'information de la population pour prévenir des risques de pénurie</b> .....	<b>66</b>
<b>IV.4.1. Conseils à destination des particuliers :</b> .....	66
<b>IV.4.2. Pour le jardin :</b> .....	67
<b>IV.4.3. Pour la maison :</b> .....	67
<b>IV.4.4. Conseils à destination des touristes :</b> .....	67
<b>IV.4.5. Utilisation de camions-citernes :</b> .....	68
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>69</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>70</b>
<b>Annexe</b> .....	<b>71</b>

## Liste des figures :

**Figure 01** : Relations entre les différents types de sécheresse (météorologique, agricole, hydrologique et socioéconomique). (Centre national de lutte contre la sécheresse, Université du Nebraska–Lincoln, États-Unis d’Amérique) p11.

**Figure 02** : Proportion en pourcentage du territoire des Etats-Unis touché par une sécheresse intense à extrême pour la période comprise entre janvier 1895 et mai 2006. (Centre national de lutte contre la sécheresse, Université du Nebraska–Lincoln, Etats-Unis, à partir de données fournies par le Centre national de données climatiques/NOAA).

**Figure 03** : sècheresse de sol (Shutterstock / Mykola Mazuryk) 2016.

**Figure 04** : sècheresse hydrologique (Shutterstock / Eddie Hernandez) 2016.

**Figure 05** : sécheresse agricole (Photo PAM/Tadenda Macheka) Zimbabwe 2015.

**Figure 06** : situation géographique et limites de la wilaya d’Ain defla (DSA, 2018).

**Figure 07** : La localisation de la wilaya d’Ain Defla (ANDI)-2015.

**Figure 08** : montagne de Zaccar 1576 m (photo Ath Salem) w. Ain el Defla 2018.

**Figure 09** : l’OUARSNIS (photo Ath Salem) Tarik Ibn Ziad - Wilaya de Ain Defla – Algérie Octobre 2017.

**Figure 10** : les différentes unités géologiques de l’Algérie du Nord (Durand-Delga, 1969).

**Figure 11** : Evolution des précipitations moyenne annuelles (1985-2014) (ANRH, 2015).

**Figure 12** : variation annuelle de la pluviométrie du période (2001-2018) (DSA, 2018).

**Figure 13**: Répartition mensuelle des précipitations (ANRH, 2015)

**Figure 14** : Répartition mensuelle des précipitations (ONM 2018).

**Figure 15** : Distribution de la température moyenne annuelle dans la wilaya d’Ain Defla (ONM, 2001-2018).

**Figure 16** : Variation des températures mensuelles 2002-2014 dans Ain Defla (ANRH, 2015)

**Figure 17** : Le diagramme ombrothermique da la wilaya d’Ain Defla

**Figure 18**: Localisation de la wilaya d’Ain Defla sur le climagramme d’Emberger.

**Figure 19** : La répartition des Barrages dans la wilaya d’Ain Defla (ANDI ,2013).

**Figure 20 :** Réseau hydrographique de la zone d'étude.

**Figure 21 :** la courbe de EN(%) de la station d'AIN DEFLA 1969-2013 (ANRH).

**Figure 22 :** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station d'AIN DEFLA 1969-2013 (ANRH).

**Figure 23 :** la courbe de SPI de la station d'AIN DEFLA 1969-2013 (ANRH).

**Figure 24 :** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station d'ARIB CHELIFF 1980-2008 (ANRH).

**Figure 25 :** la courbe de SPI de la station d'ARIB CHELIFF 1980-2008 (ANRH).

**Figure 26 :** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station de BORDJ EL AMIR AEK 1979-2011 (ANRH).

**Figure 27 :** la courbe de SPI de la station de BORDJ EL AMIR AEK 1979-2011 (ANRH).

**Figure 28:** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station de GHRIB BGE 1980-2008 (ANRH).

**Figure 29:** la courbe de SPI de la station de GHRIB BGE 1980-2008 (ANRH).

**Figure 30:** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station d'EL KHEMIS ANRH 1975-2017 (ANRH).

**Figure 31:** la courbe de SPI de la station d'EL KHEMIS ANRH 1975-2017 (ANRH).

**Figure 32:** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station de MILIANA 1982-2015 (ANRH).

**Figure 33 :** la courbe de SPI de la station de MILIANA 1982-2015 (ANRH).

**Figure 34 :** EN cumulé de tous stations de la wilaya de AIN DEFLA (ANRH).

**Figure 35 :** Les trois piliers de la gestion intégrée de la sécheresse (après Pischke et Stefanski, 2018).

**Figure 36 :** les étapes essentielles de l'intégration de la GRS (PNUD 2008).

**Figure 37 :** La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle de l'assainissement.

**Figure 38 :** station d'épuration des eaux usées destinées à l'irrigation (Marrakech, Maroc).

**Figure 39 :** barrage de Hoover (USA, techno-science.net).

**Figure 40** : canal d'eau au nord de peninsula (Crimean news agency, October 2018).

**Figure 41** : canaux d'eau (Mathieu Colin 2009, France).

**Figure 42** : schéma explicatif de la mobilisation des eaux superficielles et souterraines.

**Figure 43** : Ouvrages hydrauliques et Barrages (Iha de Santiago, Cabo Verde 2013).

**Figure 44** : système d'irrigation Micro-aspersion dynamique (martineau-irrigation.fr).

**Figure 45** : alimentation par camions citernes sècheresse (amthorinternational.com).

## Liste des tableaux :

**Tableau 01** : Impacts économiques de la sécheresse National Drought Monitoring Center (NDMC), University of Nebraska (2006).

**Tableau 02** : Impacts sociaux de la sécheresse NDMC, University of Nebraska (2006).

**Tableau 03** : Impacts environnementaux de la sécheresse NDMC, University of Nebraska.

**Tableau 04** : Les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative dans Ain Defla (ANRH, 2015).

**Tableau 05**: Relevés des vitesses de vents moyennes mensuelles dans Ain Defla (ANRH, 2015).

**Tableau 06** : Rayonnement solaire mensuelle moyenne dans la wilaya d'Ain Defla (ONM, 2001-2018).

**Tableau 07** : Texture du sol dans les différentes communes de la wilaya d'Ain Defla. (D.S.A d'Ain Defla, 2011).

**Tableau 08**: propriétés physico- chimique du sol (ITGC Khemis Miliana, 2007).

**Tableau 09** : comportement hydrogéologique des différentes formations de la plaine du Haut Cheliff (Ikhlef S, 2005).

**Tableau 10** : Sévérité de l'indice de SPI.

**Tableau 11** : les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station d'AIN DEFLA 1969-2013 (ANRH).

**Tableau 11** : les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station d'ARIB CHELIFF 1980-2008 (ANRH).

**Tableau 12** : les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station de BORDJ EL AMIR AEK 1979-2011 (ANRH).

**Tableau 13** : les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station de GHRIB BGE 1980-2008 (ANRH).

**Tableau 14** : les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station de EL KHEMIS ANRH 1975-2017 (ANRH)

**Tableau 15** : les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station de MILIANA 1982-2015 (ANRH).

## **Liste d'abréviations :**

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**DSA** : Direction des Services Agricoles.

**ANDI** : Source Agence nationale de Développement de l'Investissement.

**ONM** : Office National de la Météorologie.

**ITGC**: Institut Technique de Grandes Cultures.

**PNUD** : Programme des Nations Unies pour le développement.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

**OMM** : Organisation Météorologique Mondiale.

**NOAA** : National Oceanic and Atmospheric Administration.

**NDMC**: National Drought Monitoring Center.

**SPI** : Indice de précipitation standardisé

**RNP** : Rapport à la normale des précipitations.

**EN** : Indice de déficit pluviométrique.

**IDC** : Indice de déficit climatique.

**Pi** : précipitation annuelle.

**Pn** : précipitation moyenne ou la médiane.

**PGI** : le programme de gestion intégrée de la sécheresse.

**PNUD** : Programme des Nations Unies pour le développement.

# **Introduction Générale**

Les sécheresses parmi d'autres phénomènes liés de près aux changements climatiques, touchent de plus en plus les quatre coins du globe, elle peut être définie comme un déséquilibre naturel temporaire de la disponibilité de l'eau et consiste donc à des précipitations persistantes inférieures à la normale, difficile à prévoir, entraînant une diminution de la disponibilité des ressources en eau (Pereira et al. 2009).

C'est l'une des catastrophes naturelles les plus coûteuses au monde, qui affecte plus de personnes que d'autres formes de catastrophes (Keyantash et Dracup, 2002), nombreuses études se sont concentrées sur les sécheresses en méditerranée, basé sur une étude à l'échelle mondiale, Spinoni et al. (2014) ont signalé une augmentation significative de la fréquence, de la durée et de la sévérité de la sécheresse dans la région de la mer méditerranée, une étude de Giorgi et Lionello (2008) sur les impacts du changement climatique dans le bassin méditerranéen a révélé une diminution évidente des précipitations associée à un réchauffement évident, principalement pendant la saison estivale, en outre, Giorgi et Lionello (2008) ont suggéré que la Méditerranée pourrait être une région très vulnérable aux changements globaux. Par conséquent, il est probable que les sécheresses affecteront beaucoup plus cette région.

L'Algérie du nord a été focalisée par diverses études de sécheresses et de pluviométrie qui ont montré une diminution des totaux de précipitations dans plusieurs wilayas de l'Algérie, par contre la wilaya de Ain Defla, ce qui justifie le choix de cette région du pays.

La gestion du risque de sécheresse est devenue une nécessité urgente surtout avec la tendance climatique vers la diminution remarquable des précipitations et l'augmentation de l'utilisation de la ressource en eau dans tous les domaines, de ce fait, une politique de prévention devrait être mise en place afin de conserver l'eau et garantir sa disponibilité aux générations futures. La zone d'étude de Ain Defla n'est pas l'abri de ce phénomène qui touche presque tout le pays voire la région méditerranéenne qui en souffrait depuis quelque décennies, donc il faut envisager des dispositifs d'adaptation au risque de manque d'eau afin de limiter ses effets à moyen et à long terme

Plusieurs indices et méthodes ont été développés et utilisés pour mieux identifier et analyser les caractéristiques de la sécheresse, à savoir l'indice de précipitations standardisé connu par SPI : McKee et al. (1993), et l'indice de l'écart de la normale (En), l'utilisation de ces indices nécessite des séries chronologiques les plus longues possibles, car certains chercheurs exigent au moins 50 années de données pour avoir plus de chance d'obtenir de meilleurs résultats.



---

Les objectifs du travail visent principalement la caractérisation de la sécheresse et tout type de manque d'eau dans la zone d'étude, ainsi la recherche des facteurs réels d'augmentation des phénomènes de sécheresse et la détermination des mesures efficaces de gestion de crise de pénurie en dans un plan global et adaptatif.

Pour se faire, le plan de travail est scindé en quatre chapitres :

-Le chapitre 1 : donne un aspect général sur le phénomène de la sécheresse, sa conception et sa complexité, et les facteurs qui y participent.

-Le chapitre 2 : consiste à la présentation de la zone d'étude (wilaya de Ain Defla) de point de vue des conditions physiques et climatiques, aussi anthropique et sociétaux.

-Le chapitre 3 : s'attaque à la caractérisation de la sécheresse par différents indices et interprète les résultats trouvées.

-Dans le chapitre 4 : propose de plan de gestion de la sécheresse et le choix des mesures de réduction à utiliser.

La méthodologie du travail suit trois étapes, en premier la collecte des données sur le sujet de la sécheresse et sur la zone d'étude, puis utilisation et exploitations de données, en fin l'explication et les critiques des résultats.

**Chapitre I :**

**Synthèse bibliographique sur la gestion**

**Du risque de la sécheresse**

La sécheresse est un phénomène naturel qui fait partie de la dynamique et l'évolution du climat. Sa notion est relative, mais sa principale caractéristique est la décroissance des disponibilités des ressources en eau, à cause de manque de pluie dans la période humide.

Elle entraîne de graves déséquilibres hydrologiques du fonctionnement d'un bassin versant, en fonction de sa durée elle se propage par son intensité dans le temps et dans l'espace (Chloé, 2013).

Dans ce chapitre on va voir les causes de la sécheresse et leurs types et sa caractérisation.

### I.1. Définition de la sécheresse :

D'après FAO en 1996, la sécheresse pourrait être définie comme une période prolongée de précipitations insuffisantes, normalement une saison ou plus, qui cause un déficit d'eau dans certains secteurs de l'économie d'un pays (agriculture, hydro-électrique, tourisme). Un épisode de sécheresse peut être ponctuel ou cyclique.

Dans la même source, la sécheresse doit être considérée par rapport :

- ✓ A certaine condition moyenne à long terme du bilan final des précipitations et de l'évapotranspiration dans une région particulière.
- ✓ A L'échelle temporelle.
- ✓ A L'efficacité des précipitations.

La sécheresse n'a pas une définition universelle, mais généralement on peut la considérer comme étant un phénomène naturel caractérisé par un manque d'eau sur une durée suffisamment longue pour affecter les sols et la végétation, un épisode de sécheresse peut être ponctuel ou cyclique.

La définition de l'état de sécheresse varie suivant les régions du monde :

- En France, on considère qu'il y a sécheresse absolue lorsqu'aucune goutte de pluie (soit moins de 0,2 mm/jour) n'est tombée pendant 15 jours consécutifs.
- Aux États-Unis, la sécheresse est établie si une zone étendue reçoit 30 % de précipitations ou moins qu'en temps normal sur une période de 21 jours consécutifs.
- En Australie, si une zone reçoit moins de 10 % de précipitations par rapport à la moyenne annuelle, elle est alors considérée comme étant en état de sécheresse.
- En Inde, la sécheresse est établie si les précipitations de chutent de 75 % par rapport aux normales saisonnières.

### **I.2. Sécheresse et aridité :**

La sécheresse ne doit pas être confondue avec l'aridité ; la sécheresse se manifeste dans le temps, elle affiche en un endroit du globe et sur une période plus ou moins longue, des valeurs inférieures à la moyenne des précipitations. Il s'agit d'un phénomène conjoncturel tandis que l'aridité est un phénomène systématique, un phénomène climatique structurel de certaines régions où les précipitations sont naturellement faibles (**Djouane et Haggui ,2014**).

Les zones les plus touchées par l'aridité sont celles situées autour de l'équateur et jusqu'à 15 à 30° de latitude. Toutes les autres zones du globe peuvent être touchées par des sécheresses à un moment ou à un autre de leur histoire. Cela néanmoins n'empêche pas de dire que les zones arides sont à l'abri de la sécheresse, il se pourrait que des périodes de sécheresse viennent frapper des zones déjà arides à l'instar des régions désertiques. Le manque d'eau c'est le point commun entre deux notions finalement assez différentes, celle de sécheresse et celle d'aridité.

#### **I.2.1. Les différentes causes de sécheresse**

##### **I.2.1.1. Les causes naturelles (météorologiques) :**

Le déficit d'eau et des températures élevées sont les principales causes de sécheresse.

En cas de précipitations insuffisantes durant l'hiver et le printemps (entre septembre et mars), les réserves d'eau ne peuvent pas se recharger comme elles devraient pour maintenir un équilibre hydrologique.

- Et si ce manque d'eau s'accompagne de températures élevées, cela entraîne une augmentation naturelle de l'évaporation et de l'évapotranspiration des plantes avec pour conséquences un assèchement et une érosion des sols. Et le réchauffement climatique tend à favoriser ces phénomènes.
- La météorologie est un indicateur de risque intéressant : à l'inverse des dépressions qui engendrent des précipitations par déplacement de masses d'air froides et humides ascendantes, les anticyclones empêchent les précipitations car ils forment des masses d'air chauds et secs descendantes. Aussi, en cas de période anticyclonique prolongée, le risque de sécheresse augmente (**Z. Adeel, U. Safriel, D. Niemeijer, and R. White, 2005**).

##### **I.2.2. Les causes humaines :**

Une consommation d'eau excessive pour les activités humaines peut entraîner une aggravation de la sécheresse. Lorsque les réserves d'eau diminuent en raison d'une météorologie défavorable (anticyclone persistant), elles ne sont pas toujours gérées

efficacement par l'homme dans le cadre de ses exploitations agricoles, industrielles et domestiques. Une surexploitation des ressources en eau peut entraîner un assèchement des nappes phréatiques et menacer leur pérennité.

### **I.3. Les facteurs de la sécheresse :**

La sécheresse est causée par une combinaison de facteurs qui évoluent dans le temps et varient selon le lieu. Ceux-ci comprennent des facteurs directs, comme les modèles et pratiques d'utilisation des sols et certains processus liés au climat ; des facteurs indirects, tels que les facteurs socio-économiques et politiques, la pression démographique et le commerce international, ainsi que des facteurs indirects, tels que les facteurs socio-économiques et politiques, la pression démographique, la mondialisation et le commerce international.

La sécheresse se produit à cause de facteurs indirects menant à une utilisation non durable des ressources naturelles rares par les exploitants locaux des terres. Cette situation pourrait encore être aggravée par le réchauffement de la planète. La sécheresse est considérée comme étant le résultat de certains types de gestion des terres adoptés par les exploitants qui ne sont pas en mesure de répondre de façon appropriée à des facteurs indirects comme la pression démographique et la mondialisation, et qui augmentent dès lors la pression sur les terres par des pratiques non durables. Cela entraîne une productivité moindre des terres, et une spirale de dégradation environnementale de plus en plus grave des sols et de la pauvreté, se met en place.

Dans l'ensemble, la connaissance des interactions entre les facteurs climatiques et les réactions de l'homme peut créer une gamme de résultats différents, Pour pouvoir efficacement traiter les problèmes, il est important – mais difficile – de distinguer ceux qui résultent des conditions naturelles des écosystèmes des zones sèches et ceux causés par des pratiques de gestion non durables ou par des facteurs économiques et politiques plus larges (**Z. Adeel, U. Safriel, D. Niemeijer, and R. White, 2005**).

### **I.4. Les types de sécheresses**

Les sécheresses sont habituellement classées par type (météorologique, agricole, hydrologique et socioéconomique).

#### **I.4.1. La sécheresse de type météorologique ou climatique :**

Est généralement définie par un seuil correspondant à un certain déficit de précipitations sur une période de temps déterminée. Le seuil choisi (par exemple 75 % de la normale) et la

durée de la période (par exemple six mois) varient d'un endroit à l'autre selon les besoins des utilisateurs ou les applications concernées. La sécheresse de type météorologique est un phénomène naturel dû à des causes multiples, qui varient d'une région à l'autre. Pour les autres types de sécheresse (agricole, hydrologique et socioéconomique), l'accent est davantage mis sur les aspects humains et sociaux du phénomène, de façon à souligner les relations réciproques entre les caractéristiques naturelles de la sécheresse de type météorologique et les activités humaines qui sont tributaires des précipitations pour assurer un approvisionnement suffisant en eau, répondant ainsi aux besoins sociétaux et environnementaux (OMM-N° 1006).

### **I.4.2. La sécheresse de type agricole :**

Se définit plus volontiers par la présence dans le sol d'une quantité d'eau suffisante pour assurer la croissance des cultures et du fourrage que par l'écart des précipitations par rapport à la normale sur une période de temps déterminée (figure 1). Il n'y a pas de relation directe entre la hauteur de précipitation et l'infiltration des précipitations dans le sol. Le taux d'infiltration varie en fonction des conditions d'humidité antérieures, de la pente, de la nature du sol et de l'intensité des précipitations. Les sols ont aussi des caractéristiques variables: certains ont une faible capacité de rétention d'eau et sont donc plus sujets à la sécheresse de type agricole (OMM-N° 1006).

### **I.4.3. La sécheresse de type hydrologique :**

A encore moins à voir avec l'insuffisance des précipitations par rapport à la normale, puisqu'elle est généralement définie comme l'écart de l'approvisionnement en eau de surface et en eau souterraine par rapport à certaines conditions moyennes à différents moments. Comme dans le cas de la sécheresse agricole, il n'y a pas de relation directe entre la hauteur de précipitation et le degré d'approvisionnement en eau de surface et en eau souterraine des lacs, réservoirs, aquifères et cours d'eau, parce que ces divers éléments du système hydrologique sont utilisés à des fins multiples et rivales (irrigation, activités récréatives, tourisme, maîtrise des crues, transports, production d'énergie hydroélectrique, alimentation en eau des ménages, protection des espèces menacées, gestion et préservation de l'environnement et des écosystèmes, etc.). Il existe aussi un important décalage dans le temps entre le dérèglement des précipitations et le moment où leur insuffisance trouve son expression dans les éléments superficiels et souterrains du système hydrologique. Le retour de ces éléments à la normale est lent, du fait de la longue durée des périodes de recharge des sources d'approvisionnement en eau superficielle et souterraine. Dans certaines régions

sujettes à la sécheresse comme la partie ouest des États-Unis d'Amérique, le manteau neigeux accumulé pendant l'hiver est la principale source d'eau en été: les réservoirs permettent à cette région de mieux résister à la sécheresse en raison de leur capacité d'emmagasiner de grandes quantités d'eau – comme un tampon – pendant les épisodes de sécheresse s'échelonnant sur une ou plusieurs années (OMM-N° 1006).

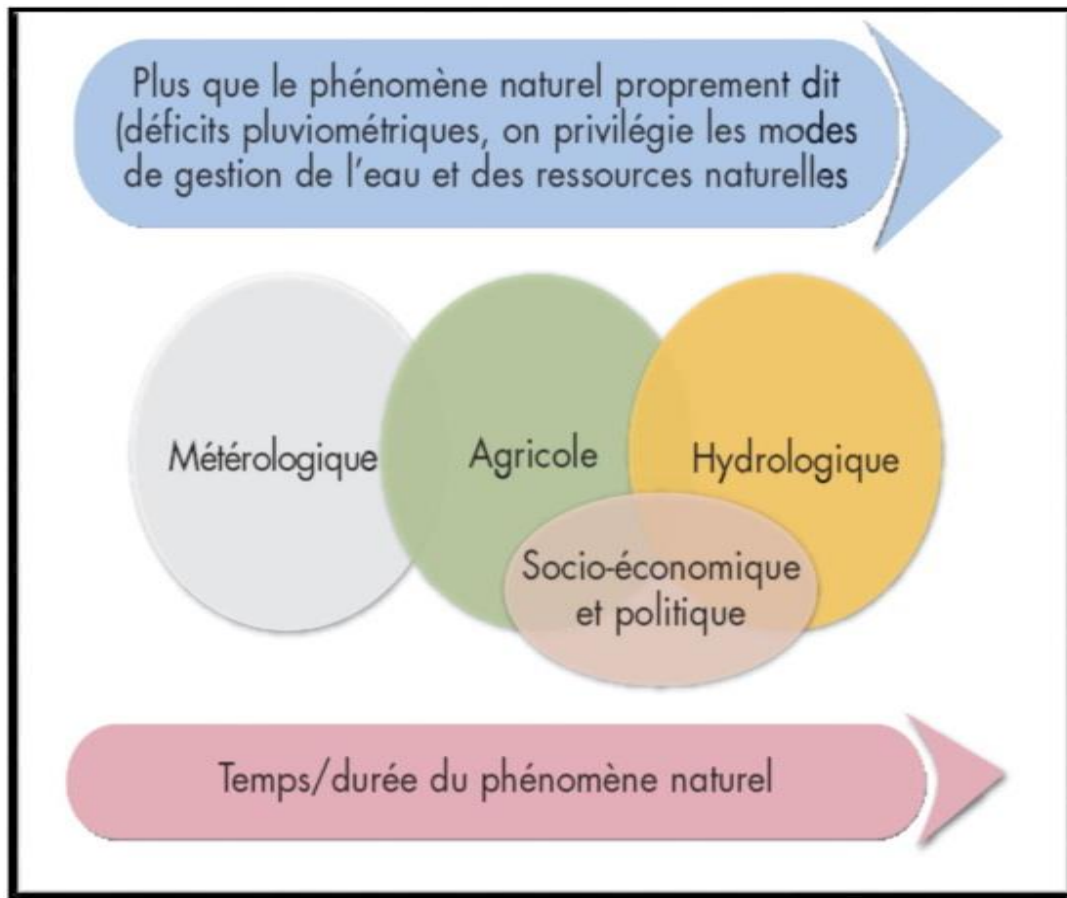
### **I.4.4. La sécheresse de type socioéconomique :**

Diffère fortement des autres types de sécheresse du fait qu'elle reflète la relation entre l'offre et la demande de certaines denrées ou de certains biens économiques (eau, fourrage pour le bétail, énergie hydroélectrique, etc.) qui sont tributaires des précipitations. L'offre varie annuellement en fonction des précipitations ou de l'eau disponible; la demande varie également et est souvent associée à une évolution positive due, par exemple, à une augmentation de la population, au développement ou à d'autres facteurs.

Les relations réciproques entre ces différents types de sécheresse sont illustrées à la figure 1. Les sécheresses de type agricole, hydrologique ou socioéconomique sont décalées dans le temps par rapport aux sécheresses de type météorologique, parce que les effets produits dans ces secteurs sont liés à l'approvisionnement en eau de surface et en eau souterraine. Il faut souvent plusieurs semaines avant que l'insuffisance des précipitations se traduise par un déficit d'humidité du sol et que les cultures, les pâturages et les parcours commencent d'en pâtir. La persistance d'un temps sec pendant plusieurs mois entraîne une diminution de débit des cours d'eau, une baisse de niveau des réservoirs et des lacs et, éventuellement, un abaissement de la nappe phréatique. De plus, si la sécheresse persiste pendant un certain laps de temps, elle se transforme en une sécheresse de type agricole, hydrologique et socioéconomique, avec ses effets connexes.

La sécheresse a pour conséquence non seulement de réduire les apports d'eau permettant de réalimenter les sources d'approvisionnement en eau de surface et en eau souterraine, mais aussi d'augmenter considérablement la demande concernant ces ressources. Comme on le voit à la figure 1, il est assez difficile d'établir un lien direct entre les principaux types de sécheresse et l'insuffisance des précipitations, du fait que l'alimentation en eau assurée par les systèmes d'approvisionnement superficiels et souterrains est influencée par la façon dont ces systèmes sont gérés. Des modifications apportées à la gestion des systèmes d'approvisionnement en eau peuvent aussi bien atténuer les incidences de la sécheresse que les aggraver. Par exemple, l'adoption de méthodes de travail du sol appropriées et le semis de

variétés plus résistantes à la sécheresse peuvent beaucoup atténuer les effets de la sécheresse en préservant l'eau du sol et en limitant la transpiration (OMM-N° 1006).



**Figure 01** : Relations entre les différents types de sécheresse (météorologique, agricole, hydrologique et socioéconomique).

### I.5. Caractérisation de la sécheresse et de son intensité :

Trois éléments distinctifs caractérisent les sécheresses :

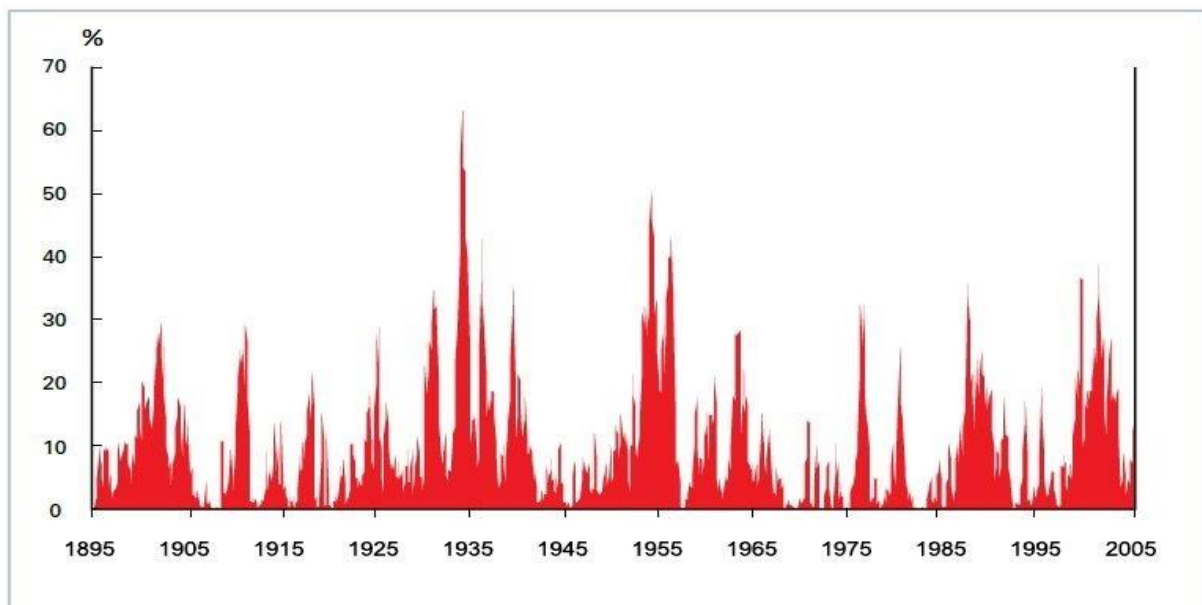
L'intensité, la durée et l'étendue spatiale. Par intensité, on entend l'ampleur du déficit de précipitations et la gravité des conséquences de ce déficit. L'intensité est généralement mesurée par l'écart par rapport à la normale d'un paramètre climatique tel que la hauteur de précipitation, d'un indicateur tel que le niveau des réservoirs ou d'un indice tel que l'indice de précipitation standardisé.

La durée est le deuxième trait essentiel de la sécheresse: si une sécheresse peut débuter rapidement sous certains régimes climatiques, il lui faut généralement deux à trois mois au moins pour s'installer; elle peut ensuite persister pendant des mois ou des années. L'ampleur des effets de la sécheresse est étroitement liée au moment où débute la pénurie de précipitations, à l'intensité de celle-ci et à la durée du phénomène. Par exemple, un hiver sec peut avoir des effets limités sous des climats tempérés aux latitudes moyennes, compte tenu



de la faible demande d'eau pendant cette période de l'année. L'étude des relevés paléoclimatologiques (anneaux de croissance des arbres, sédiments lacustres, etc.) aux fins d'une meilleure compréhension de la fréquence, de la durée et de l'étendue spatiale des situations de sécheresse peut se révéler très instructive, car elle fournit aux planificateurs des renseignements d'une très grande importance sur des périodes antérieures à celle des relevés instrumentaux.

Les sécheresses diffèrent aussi par leurs caractéristiques spatiales. Les surfaces touchées par une sécheresse intense évoluent progressivement, et les zones d'intensité maximales (les épices) se déplacent d'une saison à l'autre ou d'une année à l'autre (pour les sécheresses qui durent plusieurs années). Dans les pays de grande superficie (Brésil, Chine, Inde, Etats-Unis, Australie, etc.), la sécheresse touche rarement, voire jamais, le pays entier. En 1934, lors de la pire sécheresse qu'eurent à subir les Etats-Unis plusieurs années durant, seulement 65 % du territoire américain furent touchés par une sécheresse intense ou extrême (figure 4); cela a été l'étendue spatiale maximale de la sécheresse dans ce pays pendant la période 1895-2005.



**Figure 02 :** Proportion en pourcentage du territoire des Etats-Unis touché par une sécheresse intense à extrême pour la période comprise entre janvier 1895 et mai 2006. (Centre national de lutte contre la sécheresse, Université du Nebraska–Lincoln, Etats-Unis, à partir de données fournies par le Centre national de données climatiques/NOAA).

### I.6. Les impacts de la sécheresse :

Les signes de la sécheresse sont nombreux et les conséquences à court ou long terme peuvent avoir de sérieux impacts sur la population et l'écosystème.

**I.6.1. Impacts économiques de la sécheresse :**

**Tableau 01 :** Impacts économiques de la sécheresse National Drought Monitoring Center (NDMC), University of Nebraska (2006).

	<b>Impacts directs</b>	<b>Impacts indirects</b>
<b>Coûts et pertes pour les cultivateurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertes annuelles et pérennes de cultures</li> <li>• Dommages à la qualité des cultures</li> <li>• Production réduite des terres, due par exemple à l'érosion éolienne</li> <li>• Infestations par les insectes                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maladies végétales</li> </ul> </li> <li>• Dommages aux cultures par la faune sauvage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertes croissantes de revenu pour les paysans par suite d'une baisse des rendements des cultures                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frais accrus d'irrigation</li> </ul> </li> <li>• Coût de nouveaux aménagements en eau : puits, barrages et canalisations</li> <li>• Pertes à long terme de matières organiques                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertes pour les industries dépendant directement de la production alimentaire (transformateurs agro-industriels)</li> <li>• Prix accrus des matières premières</li> </ul> </li> </ul>
<b>Coûts et pertes pour les éleveurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baisse de productivité de pâturages et de capacités d'accueil d'animaux</li> <li>• Temps accrus pour gagner les pâturages</li> <li>• Baisse du poids du bétail et de la production de lait                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maladies accrues du bétail</li> <li>• Clôture/limitation de terres publiques afin de les réserver aux pâturages</li> <li>• Incendies de parcours</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction forcée de cheptels fondateurs (semences)</li> <li>• Coût élevé/non disponibilité d'eau pour abreuver le bétail</li> <li>• Baisse des cours de marché du bétail                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perturbation des cycles de reproduction (reproduction retardée, avortements spontanés)</li> </ul> </li> <li>• Davantage de prédatisme et de braconnage</li> </ul>

<p><b>Coûts et pertes aux industries et activités urbaines</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût accru de l'eau et de l'assainissement</li> <li>• Diminution des approvisionnements publics en eau</li> <li>• Impacts sur les transports</li> <li>• Coût plus élevé/moindre disponibilité en énergie hydroélectrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût plus élevé ou non disponibilité en eau pour l'horticulture, la transformation alimentaire et les fabrications à valeur ajoutée</li> <li>• Baisse de la productivité des forêts et de la production de bois</li> <li>• Pollution accrue, notamment par les poussières</li> <li>• Davantage de maladies</li> <li>• Baisse de recettes touristiques, par exemple au niveau des amateurs de faune sauvage</li> <li>• Sollicitation des institutions financières, par exemple, risque accru de crédit</li> </ul>
--	--	---

**I.6.2. Impacts sociaux de la sécheresse:**

**Tableau 02 :** Impacts sociaux de la sécheresse NDMC, University of Nebraska (2006).

	<b>Impacts directs</b>	<b>Impacts indirects</b>
<p><b>Réduction de la qualité de vie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charge de travail accrue pour les femmes dans la collecte d'eau et de bois de feu</li> <li>• Baisse dans le niveau et dans la variété des Sources de nourriture</li> <li>• Dépenses publiques accrues en opérations de relèvement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pauvreté accrue</li> <li>• Exode vers les villes, migration transfrontalière</li> <li>• Réduction ou modification des activités récréationnelles</li> <li>• Perturbation de pratiques culturelles et de systèmes de croyances/valeurs</li> <li>• Pertes de sites culturels et de valeurs esthétiques</li> </ul>
<p><b>Recrudescence des conflits</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflits entre utilisateurs d'eau</li> <li>• Conflits politiques</li> <li>• Conflits de gestion</li> <li>• Autres conflits sociaux, par</li> </ul>

		exemple scientifiques et médiatiques
<b>Santé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress physique et émotionnel, par exemple angoisse, dépression et perte de sécurité personnelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problèmes des santés dus aux baisses des débits : contamination croisée, écoulements sanitaires réduits, concentrations de polluants accrues, moindres capacités de lutte anti-incendie</li> <li>• Réductions de la nutrition</li> <li>• Perte de vies humaines</li> <li>• Risques publics par incendie de parcours/ forêt</li> <li>• Affections respiratoires accrues</li> <li>• Maladies plus nombreuses, causées par des concentrations accrues d'animaux sauvages</li> </ul>

### I.6.3. Impacts environnementaux de la sécheresse :

**Tableau 03 :** Impacts environnementaux de la sécheresse NDMC, University of Nebraska (2006).

	<b>Impacts directs</b>	<b>Impacts indirects</b>
<b>Hydrologiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baisse du niveau de l'eau dans les réservoirs, lacs et étangs</li> <li>• Baisse des débits de cours d'eau</li> <li>• Perte de zones humides</li> <li>• Déplétion accrue de la nappe phréatique et tassement de terres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temps et frais accrues pour la collecte et le déplacement d'eau</li> <li>• Diminution de la qualité de l'eau, notamment en raison de la salination et l'augmentation de température</li> <li>• Maladies hydriques</li> <li>• Érosion des sols par les vents et les eaux</li> </ul>
<b>Biologiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte d'arbres et de végétation</li> <li>• Perte de diversité d'espèces animales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragmentation et destruction d'habitats de la faune sauvage</li> <li>• Migration, concentration et prédatisme accrues</li> </ul>



**Figure 03** : sécheresse de sol (Shutterstock / Mykola Mazuryk) 2016.



**Figure 04** : sécheresse hydrologique (barrage de boukerdane, algerie / cherchel news) 2020.



**Figure 05** : sécheresse agricole (Photo PAM/Tadenda Macheka) Zimbabwe 2015.

Le phénomène climatique de la sécheresse constitue actuellement une menace sérieuse qui ne cesse de s'accroître au fil le temps, la sécheresse météorologique se manifeste par un déficit ou une mal répartition de précipitation et ne cause pas forcément les autres types, hydrologique, agronomique et socioéconomique, qui ne se montrent pas simultanément, mais elle reste le moteur de ces types.

Elle est reconnue comme une catastrophe naturelle, avec autant des impacts néfastes sur l'agriculture et les ressources en eau. Cette dernière est affectée par plusieurs facteurs directs ou indirects qui contribuent à l'émergence de la sécheresse tels que les facteurs climatiques, sociaux économiques et politiques gouvernementales...etc.

**Chapitre II :**  
**Présentation de la zone d'étude**

Le deuxième chapitre vise la présentation des caractéristiques naturelles de la zone d'étude tout en appuyant sur les conditions hydro climatiques qui ont affaire directement à la sécheresse et les facteurs qui causent et intensifient le déficit en eau à l'échelle de la wilaya.

### II.1. Situation géographique :

La wilaya de Ain Defla à une superficie totale de 4897 km<sup>2</sup>, elle se situe au centre de l'Algérie à 145 km au sud-ouest d'Alger dans une zone relais entre l'Est et l'Ouest du pays, le Nord et le Sud, elle est délimitée au nord, par la wilaya de Tipaza ; à l'est, par la wilaya de Blida ; au sud, par la wilaya de Médéa ; au sud-ouest, par la wilaya de Tissemsilt ; à l'ouest, par la wilaya de Chlef.

Le territoire de la wilaya reste inséré entre les massifs montagneux du DAHRA ZACCAR (Zaccar Gherbi avec une altitude qui atteint 1576 m et Zaccar Chergui avec une altitude qui atteint 1530 m, Dahra avec altitude moyenne avoisine les 700 m c'est la partie la plus fermée et la plus accidentée de l'ensemble DAHRA-ZACCAR) au Nord et l'OUARSNIS (Le sommet le plus haut est à 1700 m), et au sud avec une plaine au centre sous forme de cuvette, traversée d'Est en Ouest par oued Chélif. La wilaya d'Ain Defla est située à une longitude de (02°-2°27') E et à une latitude de (36°18'-36°6 ') N.

La wilaya d'Ain Defla est située à 145 km au sud-ouest de la capitale et s'étend sur une superficie de 4544,28 km<sup>2</sup> (DSA, 2018).

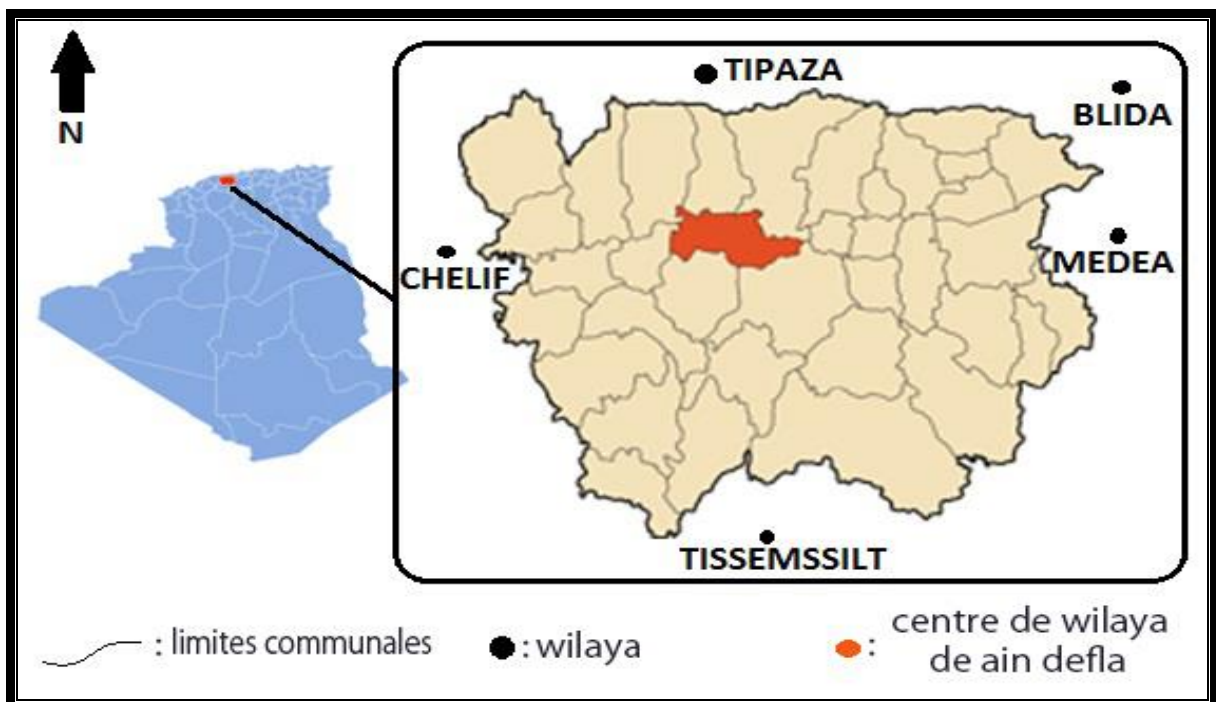


Figure 06 : situation géographique et limites de la wilaya d'Ain defla (DSA, 2018).



La wilaya d'Ain Defla est limitée par 05 wilayas :

- Au Nord la wilaya de TIPAZA
- Au Nord-Est la wilaya de BLIDA
- A L'Est la wilaya de MEDEA
- A l'Ouest la wilaya de CHLEF
- Au Sud la wilaya de TISSEMSSILT



**Figure 07** : La localisation de la wilaya d'Ain Defla (ANDI)-2015.

## II.2. Le relief de la wilaya d'Ain Defla

Le territoire de la wilaya est modelé selon sa configuration géographique avec :

### II.2.1. Les Monts du DAHRA-ZACCAR :

Limité à l'Est par la MITIDJA et l'ATLAS BLIDEEN, au Nord par la mer, au Sud par la plaine du Cheliff et à l'Ouest par la plaine HABRA. Cet ensemble se scinde en deux blocs distincts :

#### II.2.1.1. LE ZACCAR :

Il est formé de deux monts calcaires : le ZACCAR GHERBI avec une altitude qui atteint 1576 m et le Zaccar Chergui dont l'altitude la plus élevée atteint 1530 m. La forêt naturelle est dense.

### II.2.1.2. Le Dahra :

Il est formé d'un relief complexe, l'altitude moyenne avoisine les 700 m c'est la partie la plus fermée et la plus accidentée de l'ensemble DAHRA-ZACCAR. Les pentes sont fortes et varient entre 12% et 25%. Les terrains sont tendres à prédominance marneuse favorisant l'érosion. La végétation naturelle est très dégradée à prédominance de maquis.



**Figure 08** : montagne de Zaccar 1576 m (photo Ath Salem) w. Ain el Defla 2018.

### II.2.2. Les Monts de l'OUARSNIS :

Au sud, on retrouve les monts de l'OUARSNIS qui restent un ensemble très important de l'atlas tellien. Le sommet le plus haut est à 1700 m, et est situé à la limite sud de la wilaya au niveau de la commune de TARIK IBN ZIAD. La formation rocheuse de cet ensemble est schiste marneuse favorisant l'érosion. Les pentes sont comprises entre 10% et 30%.

### II.2.3. La plaine du Cheliff :

Au centre se trouve une plaine sous forme de cuvette qui reste compartimentée entre les deux reliefs infranchissables (l'OUARSNIS et le DAHRA-ZACCAR). Il s'agit de la plaine du Cheliff et fait en moyenne 3 km de large sur 60 km de long et s'étend le long du territoire de la wilaya d'Est en Ouest (**ANDI-2015**).



**Figure 09 :** l'OUARSNIS (photo Ath Salem) Tarik Ibn Ziad - Wilaya de Aïn Defla – Algérie Octobre 2017.

### **II.3. Cadre géologique général:**

La région d'Ain Defla et de ses environs appartiennent aux différentes unités géologiques de l'Algérie du Nord dont nous présentons ici quelques traits essentiels :

#### **II.3.1. Les différentes unités géologiques de l'Algérie du nord :**

Le Nord de l'Algérie septentrional est constitué de plusieurs unités structurales dispersées le long de la côte méditerranéenne qui appartiennent à la chaîne alpine d'Afrique du Nord appelé aussi les Maghrebides (**Durand-Delga, 1969**), d'âge Tertiaire, cette chaîne s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km depuis l'Espagne du Sud à l'arc calabro-sicilien (figure 10). Elle est séparée de la plateforme saharienne par l'accident sud-atlasique en Algérie (**KAZI-TANI, 1986**) et par l'accident sud atlasique au Maroc (**LAVILLE'1985**).

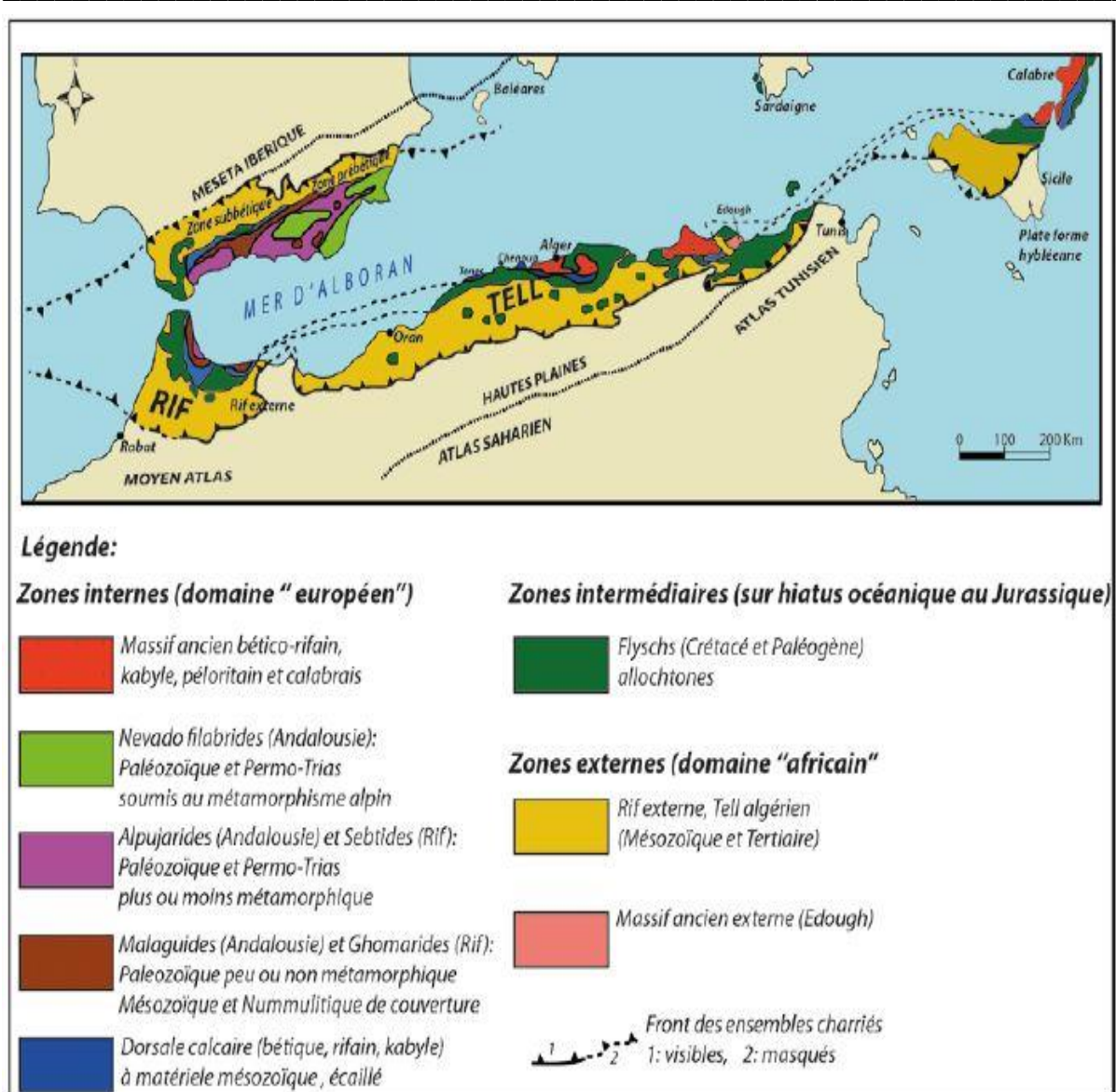


Figure 10 : les différentes unités géologiques de l'Algérie du Nord (Durand-Delga, 1969).

### II.3.2. Les Zones internes (Tell septentrional) :

Elles sont constituées par :

- Le socle kabyle : Séries métamorphiques catazonale, mésozonale et épizonale, qui affleurent dans les massifs de Chenoua, Alger, Grande Kabylie et Petite Kabylie. Le paléozoïque kabyle : Peu ou pas métamorphique, en contact cataclastique avec le cristallin et constitué des terrains représentés par des formations pélitiques, gréseuses et carbonatées allant de Cambrien supérieur jusqu'au au Carbonifère, c'est le substratum autochtone de la dorsale Kabyle (Saadallah, 1992), il affleure dans les massifs de Chenoua, dans la petite Kabylie, et la grande Kabylie où affleure la série complète allant de Cambrien supérieur au Carbonifère moyen.
- La dorsale kabyle : C'est la couverture méso-cénozoïque du socle kabyle, situé au Sud immédiat du Paléozoïque. Elle est reconnue dans tout le domaine des Maghrébides (dorsale

rifain, dorsale bétique et dorsale kabyle), et se présente sous forme d'écaillés d'âge permotriasique à Éocène moyen (Lutétien), la Dorsale Kabyle (**Durand Delga, 1969**) appelée parfois « chaîne calcaire » (**Glangeaud, 1932**) à cause de l'importance du Jurassique inférieur calcaire, affleure au cap Ténès, au Chenoua, au Sud-Est d'Alger (massifs de Larba et de Bou Zegza), dans le Djurdjura, au Nord de Constantine et au Sud d'Annaba (Zit Emba).

- L'Oligo-Miocène Kabyle: C'est une formation d'âge Oligocène à Miocène inférieur discordant sur le socle kabyle. Elle est composée essentiellement de conglomérats.

### **II.3.3. Zone intermédiaire (nappes de flysch) :**

Ce sont des formations allochtones ou bien des nappes pelliculaires d'âge Crétacé- Paléogène chevauchant les unités telliennes. Les flyschs sont répartis en deux groupes fondamentaux : les flyschs Mauritaniens et les flyschs Massyliens (**Bouillin et al, 1970**), auxquels s'ajoute une troisième série plus récente d'âge Oligo-Miocène, se sont : les flyschs Numidiens.

Les flyschs occupent des positions internes, médianes et externes :

A) Le flysch Maurétanien ; B) Le flysch Massylien ; C) Le flysch Numidien.

### **II.3.4. Les Zones externes (Tell méridional) :**

Le Tell méridional est limité entre les zones internes au Nord et l'avant - pays au Sud. Il est constitué par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires imbriquées les unes dans les autres, constituées principalement de marnes d'âge crétacé à néogène et qui ont été charriées sur une centaine de kilomètres vers le Sud. Il forme une large bande entre les zones internes et l'avant pays pré-atlasique.

## **II.4. la géologie de la zone d'étude ou géologie locale**

### **II.4.1. Les formations paléozoïques :**

Les terrains paléozoïques légèrement métamorphisés et affectés par une série de déformations continues affleurent dans les massifs du Doui, du Rouina et du Temoulga où ils sont représentés de la base au sommet par:

- Le socle cristallophyllien (Doui).
- Le complexe volcanique (Doui, Zaccar).
- La série schisto-gréseuse et conglomératique (Doui, Zaccar, Rouina).

### **II.4.2. Les formations mésozoïques :**

Les terrains mésozoïques d'une épaisseur d'environ 500m sont bien représentés dans les massifs de la plaine du Chélif, où ils sont constitués de la base au sommet par :

**II.4.2.1. Le Trias :** Le Trias apparaît sous forme de diapirs et de semelles sous les terrains allochtones représentant les différentes nappes. Il est formé essentiellement par du gypse, des argiles, de cargneules, et des brèches dolomitique.

**II.4.2.2. Le Jurassique :** Le Jurassique est représenté dans les massifs du Doui et du Temoulga par des calcaires compactes, cristallins, souvent dolomitiques fracturés et parfois karstifiés. Dans le détail cet étage est constitué de la base au sommet par :

- Des calcaires et des calcaires dolomitiques fracturés et karstifiés attribués au Lias.
- Des calcaires fracturés à épisodes grés-schisteux appartenant au Dogger marno-calcaire.
- Des marno-calcaires et marnes compactes.

**II.4.2.3. Crétacé :** Le crétacé supérieur affleure au niveau de tous les massifs et les terrains autochtones du bassin du Chélif, il est caractérisé par une composition marneuse exempté les terrains de Rouina localisés à l'Ouest et qui sont attribués au Crétacé inférieur.

### II.4.3. Les formations cénozoïques

**II.4.3.1. L'Eocène :** L'Eocène constitue le principal affleurement au Sud du Temoulga où il est représenté par une puissante formation de grés quartzeux et argileux, de marnes calcaires et des argiles schisteuses avec quelques intercalations de bancs de quartzites.

**II.4.3.2. Le Miocène :** Le Miocène inférieur repose en discordance sur les terrains plus anciennes (Eocène et Crétacé), cette série continentale détritiques est composée essentiellement par des conglomérats polygéniques à éléments de taille très variables, avec des passages sableux ou gréseux mal stratifiés est parfois gypsifères. Ce niveau est surmonté par des calcaires récifaux du Miocène supérieur, on marque leurs affleurements au Sud en bordure de la plaine dans le bassin d'El Abadia.

Le Miocène supérieur est présenté par une série marine formée à la base par un dépôt débutant par des niveaux conglomératiques à ciment sableux surmonté par un niveau marneux de couleur bleue dont ce dernier est surmonté par des marnes blanches alternant avec quelques bancs siliceux avec présence des dépôts gréseux et sableux.

**II.4.3.3. Le Pliocène :** On distingue un Pliocène marin (inférieur) : il est représenté par des dépôts marins discordants sur les terrains sous-jacents constitués en grande partie par des calcaires récifaux de mêmes types que ceux du Miocène supérieur, mais ils sont moins

développés, dont ils peuvent se comporter comme des grès. Le Pliocène comporte aussi des marnes bleues parfois gréseuses qui affleurent dans le Nord de la plaine, et le Pliocène continental (supérieur) : qui prend la forme discordante sur les formations antérieures et il comporte des argiles et des rares bancs de grès grossiers, et des grès et limons à Hélix il affleure également à l'Est d'El Abadia.

**II.4.3.4. Quartenaire :** La transition entre le Pliocène et le Quaternaire n'est pas très précise. La couche de transition est constituée des conglomérats à élément gros et de grès quartzite, du calcaire et de calcaire gréseux avec au sommet des intercalations de sables argileux.

On distingue le :

- Quaternaire ancien : formé par des alluvions grossiers essentiellement conglomératiques représentées par des éléments détritiques ; graviers ; galets et sables.
- Quaternaire récent : formé par des terrasses représentent des niveau de comblement limono-argileux non rubéfiés, alluvions qui sont pratiquement dépourvues de sables grossiers ( dépôts lamineux ), des alluvion actuelles composées des limons, sables, galets, et des matériaux d'origine fluviales dans le zone de confluence des Oueds et méandres.

### **II.5. Le climat :**

Le climat s'étale sur deux périodes essentielles, l'une est caractérisée par un été sec et chaud et l'autre par un hiver froid. Les zones montagneuses enregistrent des périodes d'enneigement plus au moins faibles. La partie centrale du territoire correspond à une vaste dépression qui enregistre des températures très élevées en été et un climat froid à relativement doux en hivers. La frange sud de la région est influencée par le climat du Sahara (vents du sud), et une période d'enneigement très élevée en comparaison à la frange Nord de la dépression. On relève donc une différence sensible des paramètres climatologiques entre les différents ensembles morphologiques de la région, à savoir :

- Les zones montagneuses au nord et au sud.
- Les plaines alluviales de l'Est et l'Ouest.

La wilaya d'Ain-Defla présente un climat méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué et un écart de température de 20°C entre les températures du mois de janvier et celle d'août. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaud à partir du mois de mai. La pluviométrie reste variable et atteint 500 à 600 mm/an. Une série d'étages climatiques qui va du sub-aride au fond de la vallée au sub-humide sur les reliefs.

Cette situation est liée à l'orographie : plus l'altitude est élevée plus l'étage est humide. De même pour l'enneigement qui touche les reliefs de plus de 600 m d'altitude (ANDI-2015).

### II.5.1. Précipitations :

La région d'Ain Defla est caractérisée par une pluviométrie annuelle très variable, elle de 627.1 mm en 2009 et de 326.7 mm en 2002.

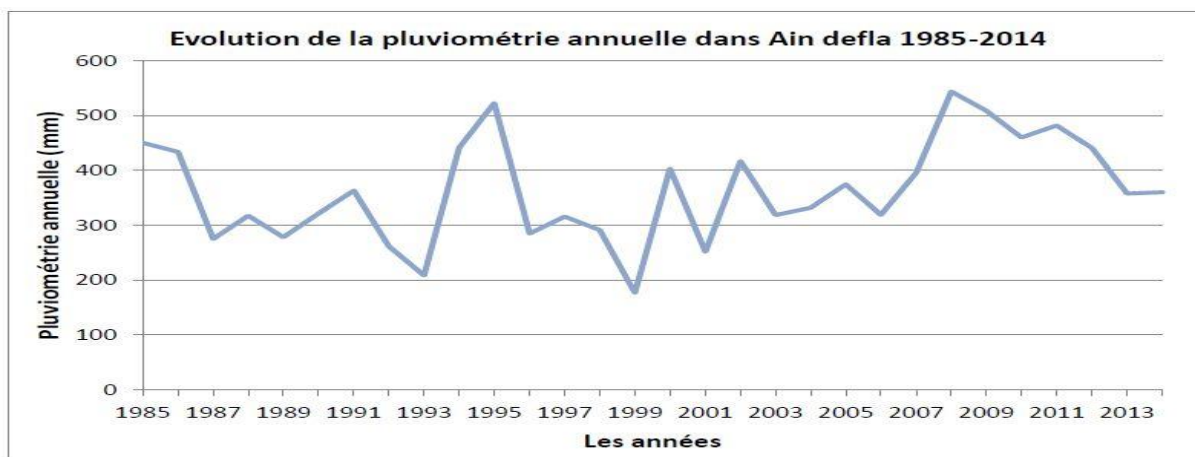


Figure 11 : Evolution des précipitations moyenne annuelles (1985-2014) (ANRH, 2015).

D'après la figure ci-dessus ; on remarque que la pluviosité est marquée par une grande variabilité, les années les plus pluvieuses sont celles de 2008 et 1995 avec un cumul annuel de 543,90 mm et de 522, 53 mm respectivement. L'année la plus sèche est de 1999 avec un cumule annuel de 176.6 mm, tandis que le module pluviométrique interannuel est égal à 370 mm.

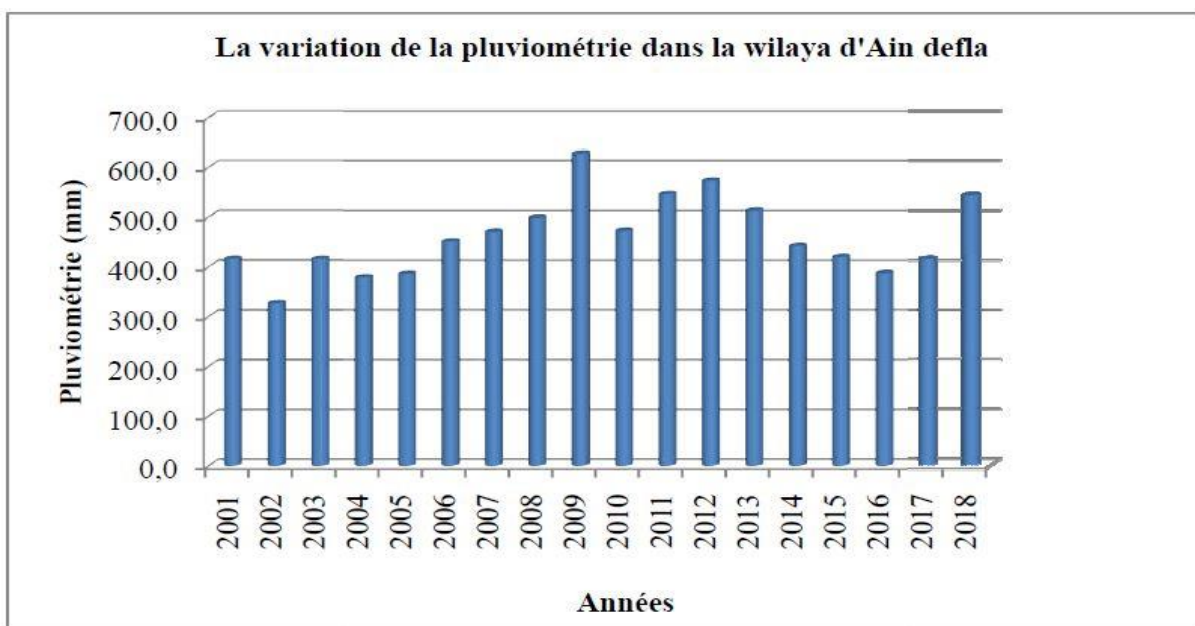


Figure 12 : variation annuelle de la pluviométrie du période (2001-2018) (DSA, 2018).

D'après la figure ci-dessus ; on remarque que la pluviosité est marquée par une grande variabilité interannuelle, les années les plus pluvieuses sont celles de 2009 et 2012 avec un



cumul annuel de l'ordre de 627.1 mm/an et de 572.8 mm/an successivement .tandis que l'année la plus sèche est l'année 2002 avec un cumul annuel de l'ordre de 326.7mm/an.

La pluviosité mensuelle est nettement variable, la distribution des précipitations mensuelles est irrégulière sur toute l'année (figure 13).

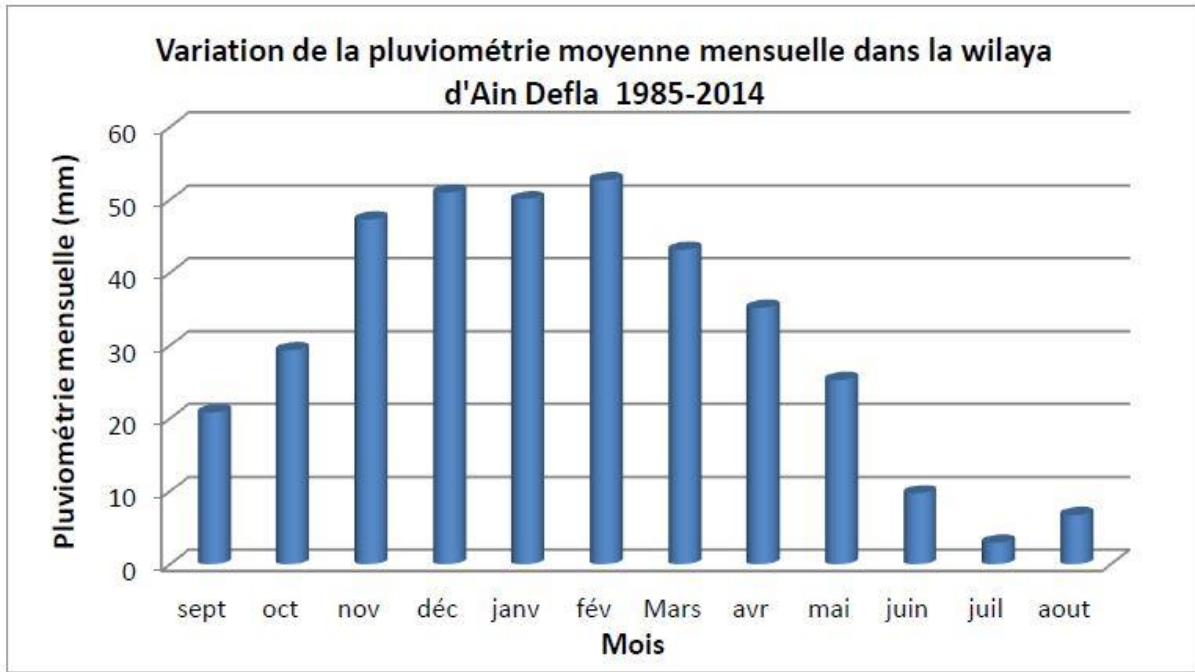


Figure 13: Répartition mensuelle des précipitations (ANRH, 2015).

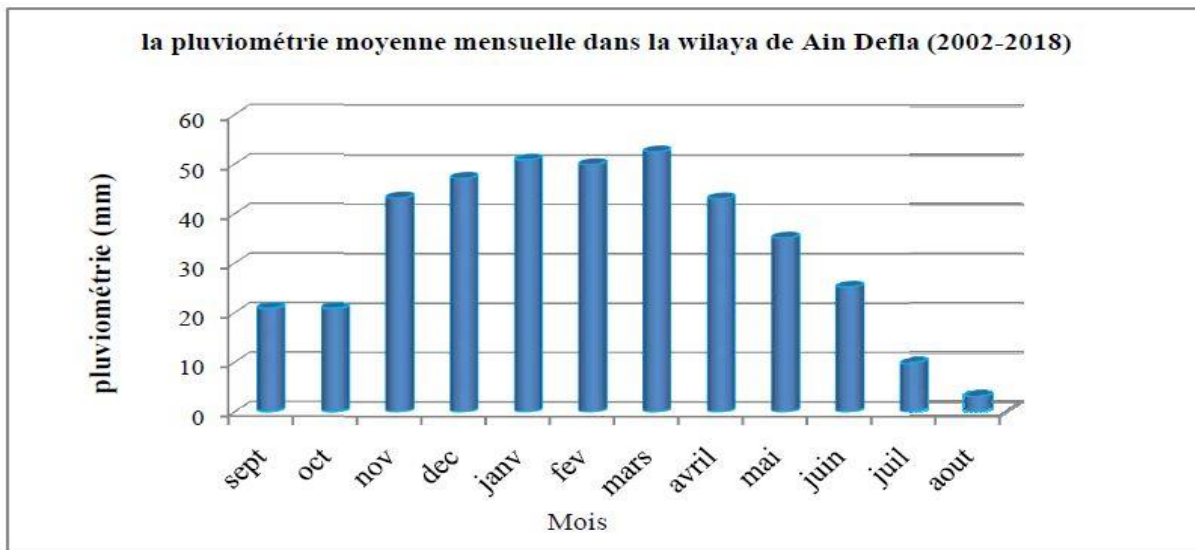


Figure 14 : Répartition mensuelle des précipitations (ONM 2018).

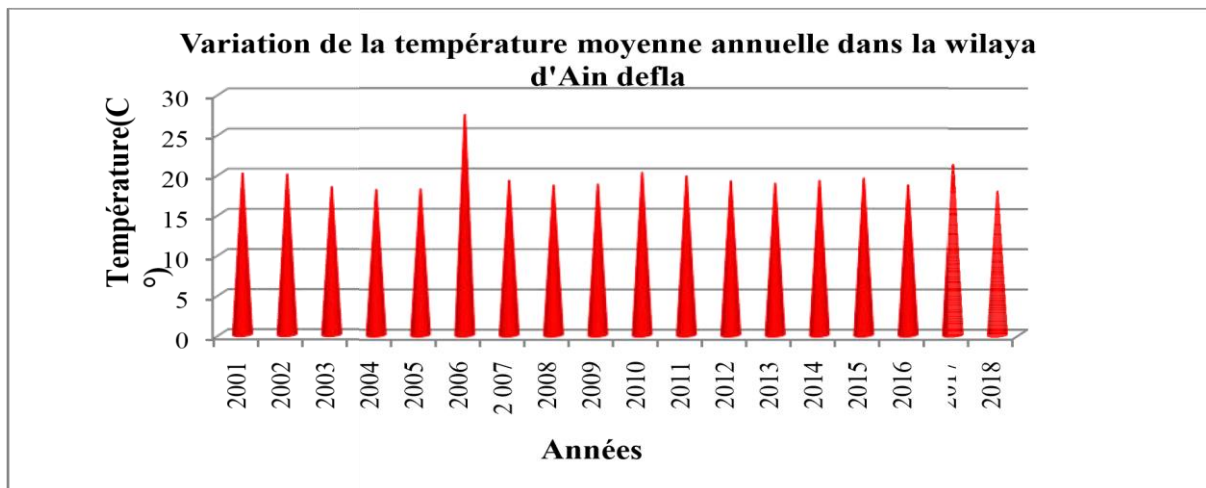
D'après la figure ci-dessus en remarque qu'il y a une fluctuation dans la distribution moyenne mensuelle des précipitations, dont les mois les plus pluvieuse sont ceux les mois de Janvier, Février et Mars avec une moyenne mensuelle de l'ordre de 51.03, 50 .11 et 52mm

/mois successivement, alors que les mois les plus secs sont celles de mois de juillet et aout avec une moyenne mensuelle comprise entre de 9.73 et 2 .99 mm/mois.

### II.5.2. Température :

La température est un facteur très important en interaction avec les autres facteurs météorologiques tels que la précipitation, l'humidité et l'évapotranspiration, qui interviennent dans tous les stades de développement de l'agriculture. L'augmentation de la température entraîne une augmentation des besoins en eau d'une culture, et elle gêne souvent les capacités photosynthétiques des cultures qui affectent les rendements.

La température moyenne annuelle de la région connaît des écarts de températures saisonnières importants. Dont au mois d'Août le maximum de la température peut atteindre 43.5 C° (DSA, 2018), la wilaya d'Ain Defla c'est l'une des régions sub-littorales les plus chaudes de l'Algérie pendant la saison estivale. La figure suivante montre la distribution de la température moyenne annuelle dans notre région d'étude :

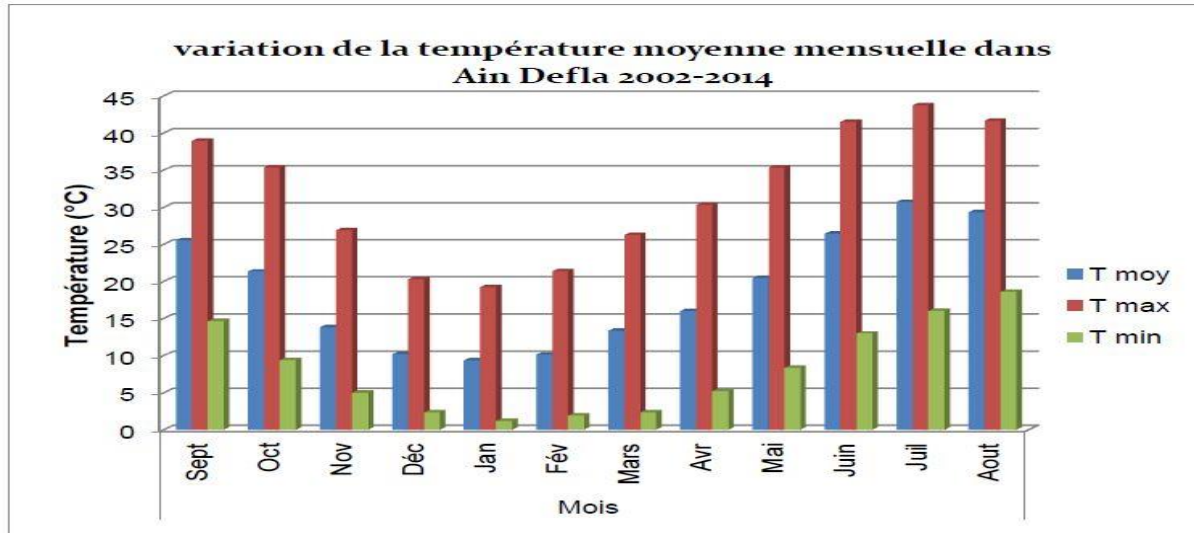


**Figure 15 :** Distribution de la température moyenne annuelle dans la wilaya d'Ain Defla (ONM, 2001-2018).

Selon la figure ci-dessus, résume la répartition de la température moyenne annuelle de la période 2001 à 2018. D'après cette figure on remarque que l'année la plus chaude est celle de l'année 2006 avec une moyenne annuelle de température qui atteint les 27.3 C°, tandis que l'année 2018 est considérée comme l'année la plus froide avec une moyenne annuelle plus faible 17.78C°.

Les températures moyennes mensuelles sont aussi variables : Selon la figure ci-dessous, qui résume les moyennes mensuelles des températures moyennes, maximales et minimales, pour la période (2000 – 2014), on peut remarquer :

- Un pôle froid allant du mois de Décembre au mois d'Avril d'où la température moyenne atteint 9.35°C au mois de Janvier.
- Un pôle chaud allant du mois de Mai au mois de Novembre d'où la température atteint 30,71°C au mois de juillet.

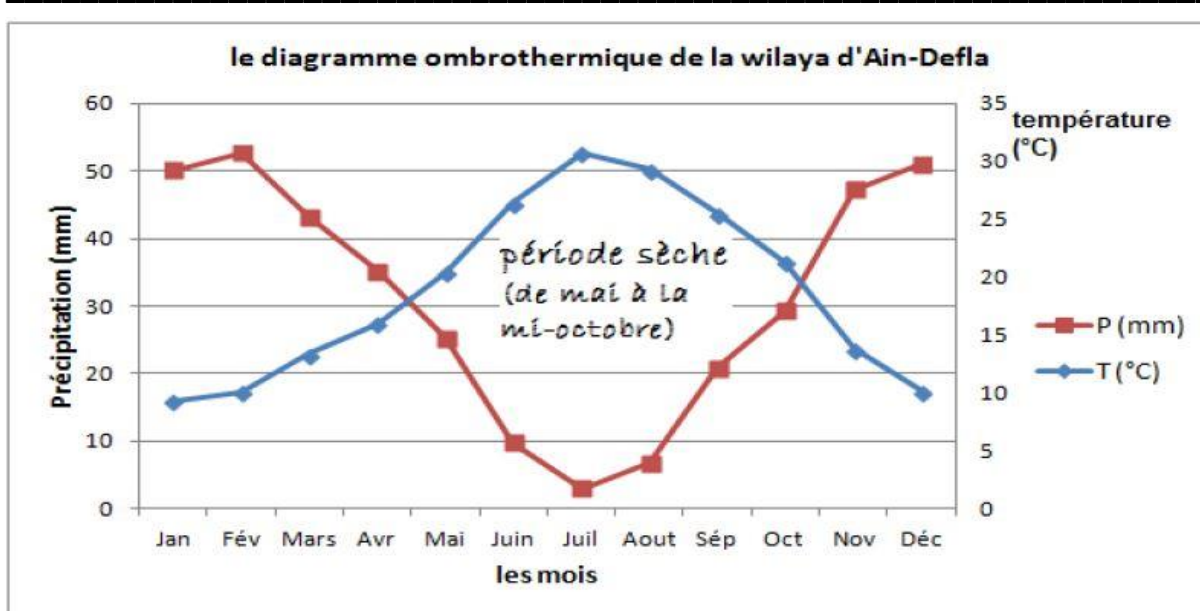


**Figure 16 :** Variation des températures mensuelles 2002-2014 dans Ain Defla (ANRH, 2015).

Les températures moyennes mensuelles, entre novembre et avril, sont inférieures à la moyenne annuelle qui est de 19,3 °C, par contre supérieur à celle-ci en mois de mai à octobre. (Figure 16), divisant ainsi l'année en deux saisons : une froide et une autre chaude.

### II.5.2.1. Le diagramme Ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température ( $P = 2T$ ).



**Figure 17 :** Le diagramme ombrothermique da la wilaya d'Ain Defla.

Le digramme fait ressortir une période sèche qui s'étale de mai jusqu'à la mi-octobre (Presque 5,5 mois), et une autre humide pour le reste de l'année (figure 17).

### II.5.2.2. Climagramme d'Emberger :

L'indice d'Emberger est particulièrement adapté aux régions méditerranéennes dans lesquelles il permet de distinguer différents étages bioclimatique, il prend en compte les précipitations annuelles P, la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud M et la moyenne des minima de température du mois le plus froid m .

Pour identifier le type du climat de notre zone d'étude en appliquant la formule de Stewart (1969) élaborée pour l'Algérie et le Maroc, soit :

$$Q_2 = 3.43 * P / (M - m) \dots 01$$

Avec :

$Q_2$ : Quotient d'Emberger.

3.43 : Constante relative à la région : Algérie-Maroc.

P : Précipitations moyenne annuelles en mm.

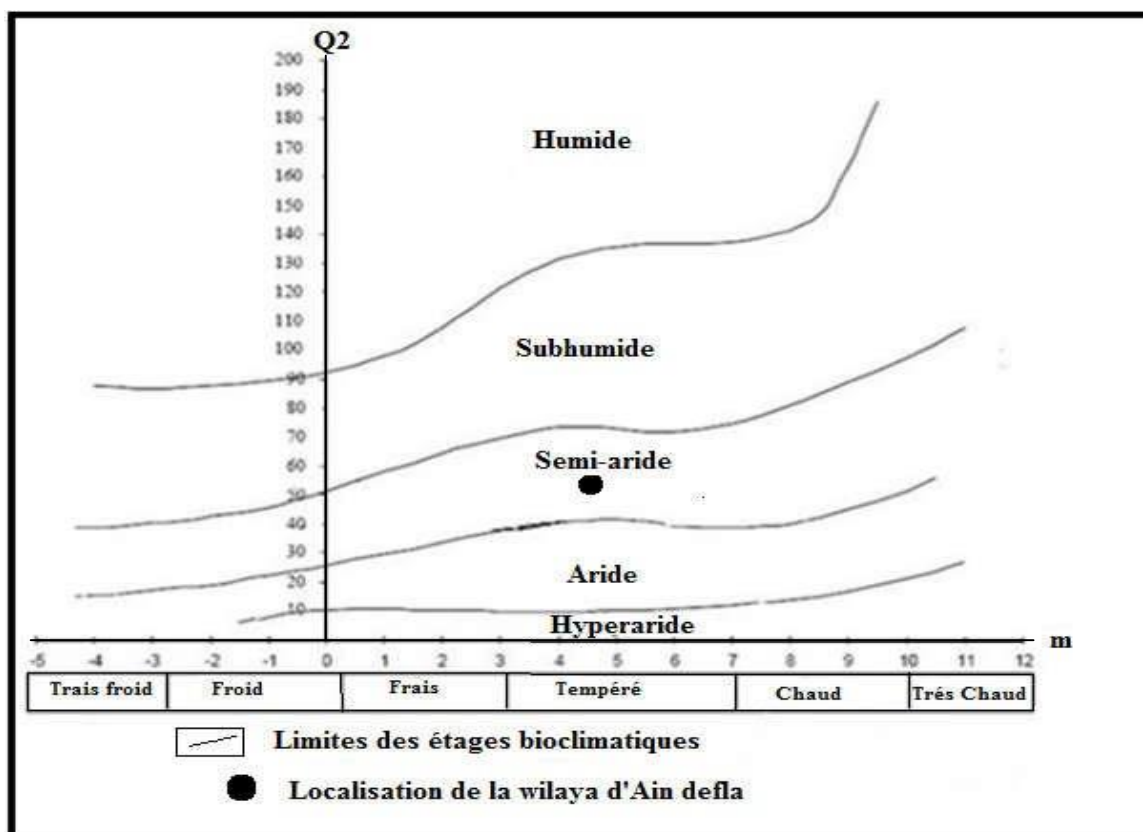
M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en C°.

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en C°.

Dans notre cas :

$$P = 425.34 \text{ mm} \quad M = 35.4 \text{ C}^\circ \quad m = 4.5 \text{ C}^\circ$$

Donc  $Q_2 = 47.21$ .



**Figure 18:** Localisation de la wilaya d'Ain Defla sur le climagramme d'Emberger.

Le quotient d'Emberger obtenue indique que la région de la wilaya d'Ain Defla est située dans l'étage bioclimatique semi-Aride avec un hiver tempéré.

### II.5.3. Humidité :

Ain Defla connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne l'humidité perçue.

**Tableau 04 :** Les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative dans Ain Defla (ANRH, 2015).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
H (%)	55,26	57,32	55,5	58,85	58,93	54,62	50,91	49,73	47,7	47,1	46,27	48,62

La valeur maximale de l'humidité relative moyenne mensuelle dans la wilaya d'Ain Defla est observée au mois de janvier avec une valeur de 58.93%, tandis que la valeur minimale est observée durant le mois de juillet avec 46.27%. L'humidité relative moyenne de la station est autour de 52.57%.

### II.5.4. Vent :

Le vent a un rôle important à l'échelle microclimatique car il influe sur d'autres paramètres telles que la température, l'humidité de l'air et l'évapotranspiration.

**Tableau 05 :** Relevés des vitesses de vents moyennes mensuelles dans Ain Defla (ANRH, 2015).

Mois	Sept	Oct	Nov	Des	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Vitesse (Km/h)	2.6	2.59	3.09	3.54	3.03	3.9	3.29	3.22	3.74	2.43	2.48	2.76

D'après le tableau ci-dessus les vitesses moyennes du vent enregistrées dans la wilaya d'Ain Defla, il est remarqué que la vitesse moyenne mensuelle des vents varie de 2.43 à 3.9 Km/h, avec une valeur maximale de 3.9 Km/h au mois de février et une valeur minimale de 2.43 km/h au mois de Juin avec des directions E-NE à N-NW. Ces valeurs montrent que notre région d'étude présente des vents faibles ou modérés.

### II.5.5. Les rayonnements solaires :

Le tableau N°6 représente la variation des rayonnements solaires :

**Tableau 06 :** Rayonnement solaire mensuelle moyenne dans la wilaya d'Ain Defla (ONM, 2001-2018).

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Durée (w/m <sup>2</sup> )	25,88	20,27	23,24	15,63	20,83	24,63	27,29	29,84	33,66	34,5	35	33,9

La région d'Ain defla est une région très ensoleillée ; les rayonnements atteint son maximum en période estivale soit une valeur 35 w/m<sup>2</sup> et une autre minimale durant la période hivernale de 15.63 w/m<sup>2</sup>.

### II.6. Etude pédologique :

Selon des études géologiques spécialisées, les sols de la wilaya sont, en général, lourds, meubles et fertiles. La perméabilité est faible et on note une battance importante d'où une mauvaise stabilité structurale. Les meilleurs sols sont répartis de part et d'autre de l'oued Chélif sur toute la vallée du Chélif avec une superficie globale d'environ 65 000 ha. (D.S.A d'Ain Defla, 2011).

**Tableau 07 :** Texture du sol dans les différentes communes de la wilaya d'Ain Defla. (D.S.A d'Ain Defla, 2011).

Types de sols	Communes
Sols lomono-argileux	El attaf et Tiberkanine (avec un taux de sel élevé)-Ain Benieane-Hoceinia-Boumedfaa-Techta-Ain Bouyahia-Hamam Righa-Bourached-Ain Turki
Sols argilo-limoneux	Arib-Sidi Lakhedar-Djelida-Ain Defla-Khemis- Djendel (en partie)-El Amra*
Sol calci-magnésique	Ain Chiakh- Oued Eldjema-Tarik Ibn Ziad-Djemaat Ouled Chikh-Belas-Emaine – Bathia.
Sols fer-scialitiques	Ben Allel-Miliana-El Hassania-ElAmra- El Abadia (en partie)-Mekhatria (avec un taux élevé en sable)-Zaddine et Rouina
Sols sablo-limoneux	Bir Oueld Khelifa- Bordj El Amir Khaled-Ain Soltane .

Les caractéristiques physique et Chimique des sols :

La région d'Ain Defla se caractérise par une assez grande homogénéité topographique à aptitude culturale importante : le tableau ci-dessous résume l'ensemble des quelques paramètres physico- chimique du sol.

**Tableau 08:** propriétés physico- chimique du sol (ITGC Khemis Miliana, 2007)

propriétés physiques								propriétés chimiques				
Prof (cm)	Char ge (%)	Granulométrie (%)					Classe texturale	Horizons (cm)	CaCO3 total(%)	CE (µm/m)	pH	MO (%)
		A	L.F	L .G	S.F	S.G						
0-40	27,65	32	30	19,6	10,7	7,7	L .A	0-40	3,52	1,6	8	1,51
40-70	10,02	40	15	17,3	19,1	8,6	A	40-70	3,97	1,85	7,8	1,08
70-100	23,02	50	10	12	17,7	10,3	A	70-100	19,79	1,98	8	0,75
								>100	15,66	2,11	8,2	0,10

>100	31,40	50	10	04	13,6	17,2	A	Moyenn	10,73	1,88	8	0,86
------	-------	----	----	----	------	------	---	--------	-------	------	---	------

-Calcaire totale : Les sols ayant une faible teneur en calcaire.

-Salinité : La conductivité électrique des sols est faible car elle est inférieure à 4(mmhos/m).

-pH : Selon le tableau si dessus les sols de wilaya d'Ain Defla sont basiques.

-Matière organique (MO) : Les sols de wilaya d'Ain Defla ayant une faible teneur en matière Organique (ITGC).

**II.7. Les ressources en eau de la wilaya d'Ain Defla :**

La wilaya d'Ain –Defla dispose de grandes réserves hydriques tant souterraines que superficielles. Pour l'alimentation en eau potable, on recense 152 forages, 155 puits, et plusieurs sources qui permettent l'alimentation de la population pour une dotation journalière de 166.03 l/j/hab. (DSA, 2018). Le Taux de raccordement est de l'ordre de 87.26 %, les Communes les moins pourvues en eau potable se localisent dans la partie Sud de la Wilaya et nécessitent une intervention sectorielle appropriée. Pour ce qui est des eaux superficielles, elles sont destinées plus particulièrement à l'irrigation (ANDI ,2013).



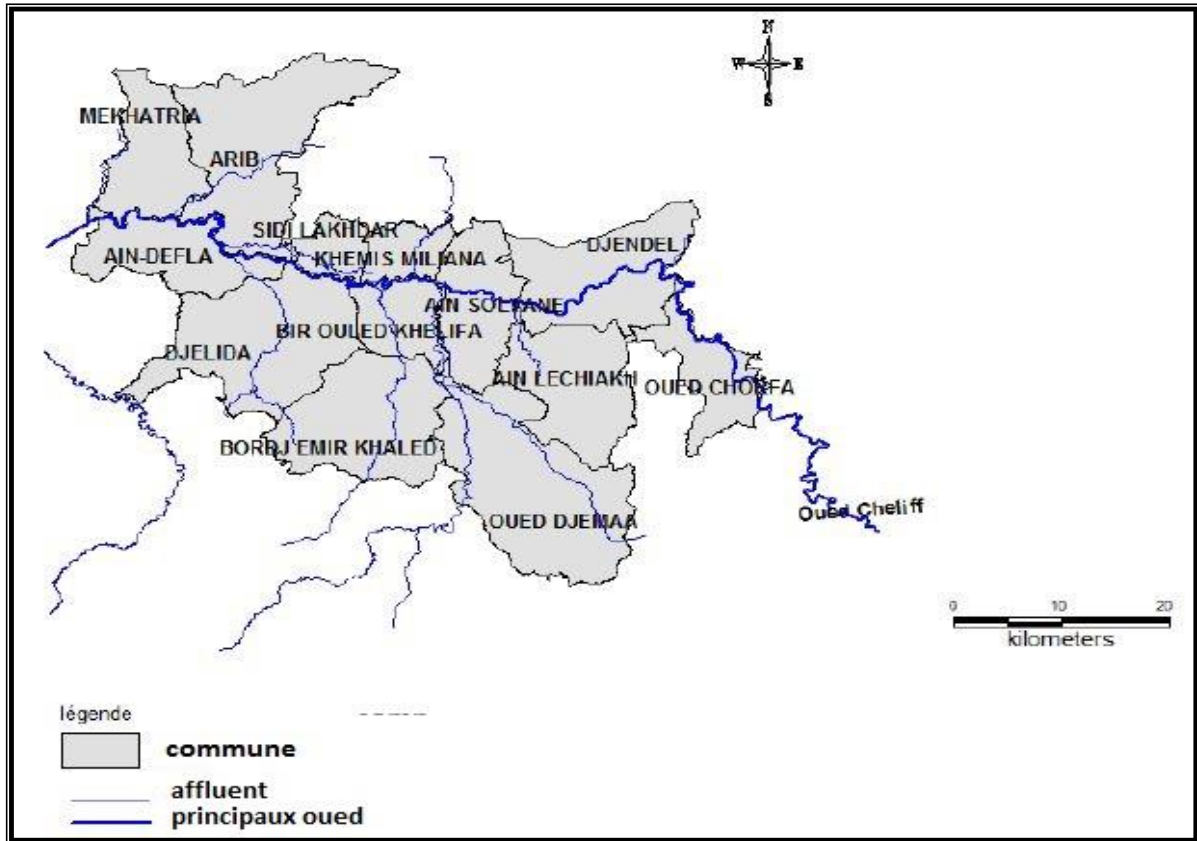
Figure 19 : La répartition des Barrages dans la wilaya d'Ain Defla (ANDI ,2013).

**II.7.1. Hydrographie :**

L'Oued Cheliff, le cour d'eau le plus important de l'Algérie, la plaine est séparée de la plaine du moyen Cheliff par le seuil du Doui qui constitue un barrage relativement étanche entre les deux bassins, l'écoulement dans le Cheliff est quasi nul, son alimentation étant essentiellement due aux irrigations s'ajouter quelque faible débit provenant des lâches du



barrage Ghrib ou Deurdeur ou Harreza. En hiver ; les eaux issues des principaux affluents représentés par les Oueds Souffay, Boutane, Rayhane ou nord et les Oueds Deurdeur, Massine et Harreza ou sud. Sont collectées au centre de la plaine par l'Oued Cheliff qui chaine toutes les eaux du bassin versant vers l'exutoire (SOGREAH, 1984).



**Figure 20 :** Réseau hydrographique de la zone d'étude.

### II.8. Hydrogéologie :

La plaine alluviale du Haut Cheliff est un remplissage alluvionnaire d'âge Moi-Plio-Quaternaire, représenté par des dépôts alluvionnaires comme du quaternaire et des grés de Moi- Plio- Quaternaire d'une épaisseur de 50 m à 100 m au niveau d'Oued Cheliff et d'une résistivité de 100 ohm. m. Les marnes constituent le substratum de cet horizon aquifère (Tableau 9).

L'alimentation de cette nappe est assurée par les eaux d'infiltration des :

- Précipitation tombée sur la plaine.
- Eaux de ruissellement des Oueds (Deurdeur, Cheliff, Souffay, Boutane).
- Eaux d'irrigation excédentaire.

**Tableau 09** : comportement hydrogéologique des différentes formations de la plaine du Haut Cheliff (Ikhlef S, 2005).

Formations	Epaisseur (m)	Age géologique	Comportement hydrogéologique	Type de nappe
Limons	6-20	Quaternaire	Imperméable	Peuvent rendre la nappe des alluvions captive
Alluvions grossière	50-150	Quaternaire	Perméable (Porosité d'interstices)	Captive a semi -captive (parfois libre)
Marnes	200	Pliocène	Imperméable	—
Grès et Poudings	100-200	Miocène	Perméable (porosité d'interstices)	Nappe captive à semi-captive

### II.9. La démographie :

La répartition géographique de la population de la région d'Ain Defla se caractérise par une concentration importante au nord et dans les grandes agglomérations qui se situe sur l'axe routier (RN 04). Selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH 2008 actualisée en 2020), la wilaya comptait 743500 habitants sur une superficie de **4851,21km<sup>2</sup>**, La wilaya d'Ain Defla accorde au secteur de l'agriculture, une place primordiale, elle représente la principale source de revenus pour la majorité de la population de la région.

Dans ce chapitre nous avons fait une description de la zone d'étude, tous les documents ont permis de définir les caractéristiques de la zone d'étude (la géologie, le climat, la précipitation, la température, l'humidité, le vent, le rayonnement solaire et la pédologie). Donc à partir de ces caractéristiques on peut étudier le phénomène de la sécheresse au niveau de notre wilaya dont le but est de gérer ce risque et leurs impacts.

## **Chapitre III :**

### **Estimation de la sécheresse**

Les sécheresses se classent parmi les dangers naturels les plus coûteux d'une année sur l'autre, Le suivi des sécheresses fait fréquemment appel à des indicateurs ou des indices qui varient selon la région et la saison. L'analyse de la sécheresse météorologique dans la wilaya de Ain Defla , par l'indice standardisé ou normalisé de précipitation SPI, (Mc Kee et al., 1993), et l'indice de l'écart de la normale (En), nécessite des séries chronologiques les plus longues possibles, car certains chercheurs exigent au moins 50 années de données pour avoir plus de chance d'obtenir de meilleurs résultats.

### III.1. Les indices d'estimation de la sécheresse (climatique) :

En l'absence d'une définition unique de la sécheresse, différentes méthodes et indices ont été développés pour caractériser la sécheresse. En effets, ces indices permettent d'identifier les différents types de sécheresse, son intensité, sa durée, son étendu spatial et sa probabilité d'récurrence. En plus, ils constituent un outil de communication avec une large audience (Aghrab A. 2003).

La plupart de ses indices sont fondés sur deux concepts à savoir : l'année normale, et le seuil qui indique la sécheresse, on cite les principaux indices les plus utilisés :

- Rapport à la normale des précipitations (RN) ;
- Indice d'écart de la normale (EN) ;
- Méthode de nombre d'écart type ;
- Analyse fréquentielle (AF) ;
- Méthode de déciles ;
- Indice de précipitation standardisé (SPI) ;
- Indice de déficit climatique (IDC).

Ces indices sont fréquemment utilisée pour évaluer la sécheresse climatique ou météorologique, dans notre étude on se contente de trois indices : EN, EN Cumulé et SPI, qui permettent de déterminer les années déficitaires et leur succession.

#### III.1.1. Indice de l'écart de la normale (En) :

Cet indice nommé aussi Indice de déficit pluviométrique (IDP)

Pour situer une pluviométrie dans une longue série de relevés pluviométriques, permet de déterminer le nombre des années déficitaires et leur succession.

On utilise l'écart proportionnel à la moyenne. Elle s'exprime par la formule suivante :

$$En(\%) = (P_i - P_n) / P_n \times 100 \dots 02$$

Où :

EN : Indice de déficit pluviométrique (en pourcentage).

Pi : précipitation annuelle (en mm).

Pn : précipitation moyenne ou la médiane (en mm).

Cet indice nommé aussi Ecart à la normale, permet de visualiser et de qualifier une année d'humide si cet indice est positif, de sèche lorsqu'il est négatif.

### III.1.2. En cumulé :

Le cumul des indices d'années successives permet de dégager les grandes tendances en faisant abstraction des faibles fluctuations d'une année à l'autre.

Quand la somme des écarts croît, il s'agit d'une tendance humide. La tendance est de type « sèche » dans le cas contraire.

### III.1.3. L'indice de SPI :

L'indice SPI (McKee et al. 1993, 1995), est un indice à la fois puissant, souple d'utilisation et simple à calculer. Les données sur les précipitations constituent en fait le seul paramètre requis. En outre, l'indice SPI se révèle tout aussi efficace pour analyser les périodes ou cycles humides que les périodes ou cycles secs.

Pour calculer l'indice SPI, il faut disposer idéalement de relevés mensuels s'étalant sur au moins 20 à 30 ans, mais de préférence sur 50 à 60 ans, voire plus, ce qui constitue la période optimale (Guttman, 1994).

La formule mathématique de SPI est la suivante :

$$SPI = (pi - pm) / \sigma \dots 03$$

Pi : Précipitation de l'année i

Pm : Précipitation moyenne

$\sigma$  : Déviation standard ou écart type

**Tableau 10** : Sévérité de l'indice de SPI.

Classe SPI	Interprétation
2 et plus	Extrêmement humide
de 1.5 à 1.99	Sévèrement humide
de 1 à 1.49	Modérément humide
de -0.9 à 0.9	Normale

de -1 à -1.49	Modérément sèche
de -1.5 à -1.99	Sévèrement sèche
-2 et mois	Extrêmement sèche

### III.2. Application des indices de sécheresse sur les stations d'AIN DEFLA :

Nous avons appliqué les trois indices sur 6 stations bien réparties sur la zone d'étude.

La localisation des stations pluviométriques : voir (Annexe N°IV-1).

répartition des stations pluviométriques sur la zone d'étude



Figure 21 : répartition des stations pluviométriques sur la wilaya de Ain Defla.

#### III.2.1. Sur la station de Ain Defla :

La moyenne= 449,41mm ; l'écartype= 100,04

Les résultats sont inscrits dans le tableau suivant :

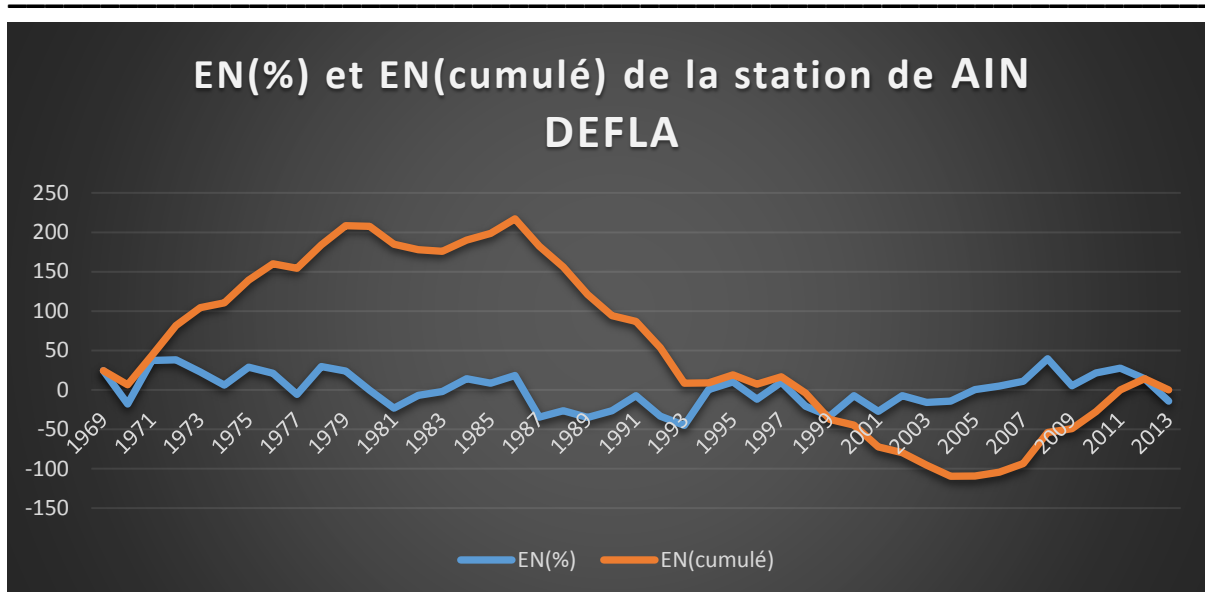
Tableau 11 : les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station d'AIN DEFLA 1969-2013 (ANRH).

années	Pi	EN(%)	classes	EN (cumulé)	SPI	classes
1969	558,3	24,228624	humide	24,228624	1,0884455	Modérément humide
1970	369,2	-17,8484543	sèche	6,3801697	-0,80182308	Normale
1971	617,1	37,3123479	humide	43,6925177	1,67621807	Sévèrement humide
1972	620	37,9576337	humide	81,6501513	1,70520686	Sévèrement humide
1973	550,9	22,5820329	humide	104,232184	1,01447413	Modérément humide
1974	476,6	6,04936807	humide	110,281552	0,27176151	Normale
1975	578,9	28,8123776	humide	139,09393	1,29436583	Modérément humide

1976	543,8	21,0021955	humide	160,096125	0,94350159	Normale
1977	423,6	-5,74378449	sèche	154,352341	-0,25803349	Normale
1978	583	29,7246781	humide	184,077019	1,33534997	Modérément humide
1979	557,6	24,0728654	humide	208,149884	1,08144821	Modérément humide
1980	447,2	-0,49249392	sèche	207,65739	-0,02212477	Normale
1981	346	-23,0107399	sèche	184,64665	-1,03373334	Modérément sèche
1982	419,1	-6,74508989	sèche	177,901561	-0,30301608	Normale
1983	440,5	-1,98332641	sèche	175,918234	-0,08909886	Normale
1984	513,4	14,2378212	humide	190,156055	0,63961917	Normale
1985	487,5	8,47475227	humide	198,630808	0,38071935	Normale
1986	532,1	18,3988014	humide	217,029609	0,82654684	Normale
1987	294,3	-34,5146265	sèche	182,514982	-1,55053337	Sévèrement sèche
1988	329,9	-26,5931882	sèche	155,921794	-1,19467107	Modérément sèche
1989	292,3	-34,9596511	sèche	120,962143	-1,57052564	Sévèrement sèche
1990	329,8	-26,6154394	sèche	94,3467039	-1,19567068	Modérément sèche
1991	416	-7,43487806	sèche	86,9118258	-0,33400409	Normale
1992	299,1	-33,4465674	sèche	53,4652584	-1,50255194	Sévèrement sèche
1993	246,9	-45,0617101	sèche	8,40354833	-2,02435003	Extrêmement sèche
1994	451,2	0,39755533	humide	8,80110366	0,01785976	Normale
1995	494,6	10,0545897	humide	18,8556933	0,45169189	Normale
1996	396,9	-11,6848632	sèche	7,17083012	-0,52493022	Normale
1997	492,2	9,52056014	humide	16,6913903	0,42770117	Normale
1998	355,9	-20,807868	sèche	-4,11647778	-0,93477163	Normale
1999	299,5	-33,3575625	sèche	-37,4740402	-1,49855348	Modérément sèche
2000	416	-7,43487806	sèche	-44,9089183	-0,33400409	Normale
2001	326,7	-27,3052276	sèche	-72,2141458	-1,22665869	Modérément sèche
2002	415,7	-7,50163176	sèche	-79,7157776	-0,33700293	Normale
2003	378,6	-15,7568385	sèche	-95,4726162	-0,70785944	Normale
2004	386	-14,1102474	sèche	-109,582864	-0,63388806	Normale
2005	450,8	0,30855041	humide	-109,274313	0,0138613	Normale
2006	470,3	4,6475405	humide	-104,626773	0,20878588	Normale
2007	498,7	10,9668902	humide	-93,6598825	0,49267603	Normale
2008	627,1	39,5374711	humide	-54,1224114	1,77617939	Sévèrement humide
2009	472,2	5,07031389	humide	-49,0520975	0,22777853	Normale
2010	546	21,4917225	humide	-27,560375	0,96549308	Normale
2011	572,8	27,4550525	humide	-0,10532249	1,23338942	Modérément humide
2012	513,1	14,1710675	humide	14,065745	0,63662033	Normale
2013	386,2	-14,065745	sèche	3,6771E-13	-0,63188883	Normale

Le tableau est composé des résultats d'applications des indices SPI, EN et EN cumulé de 45 ans de pluviométrie de la station de Ain Defla, il porte presque le même nombre des années sèche et humide selon l'indice EN et l'indice SPI.

Les valeurs de la pluviométrie sont obtenues de L'ANRH.



**Figure 22 :** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station d'AIN DEFLA 1969-2013 (ANRH).

**La courbe de EN(%) :** on constate le nombre des années comme suit : 23 années humides, 22 sèches, donc la station porte presque le même nombre d'années humides et sèches mais la différence réside dans l'étalement des périodes.

-Période humide : 3 épisodes : 6 ans 1971- 1976 ; 3 ans 1984-1986 ; 8 ans 2005-2012.

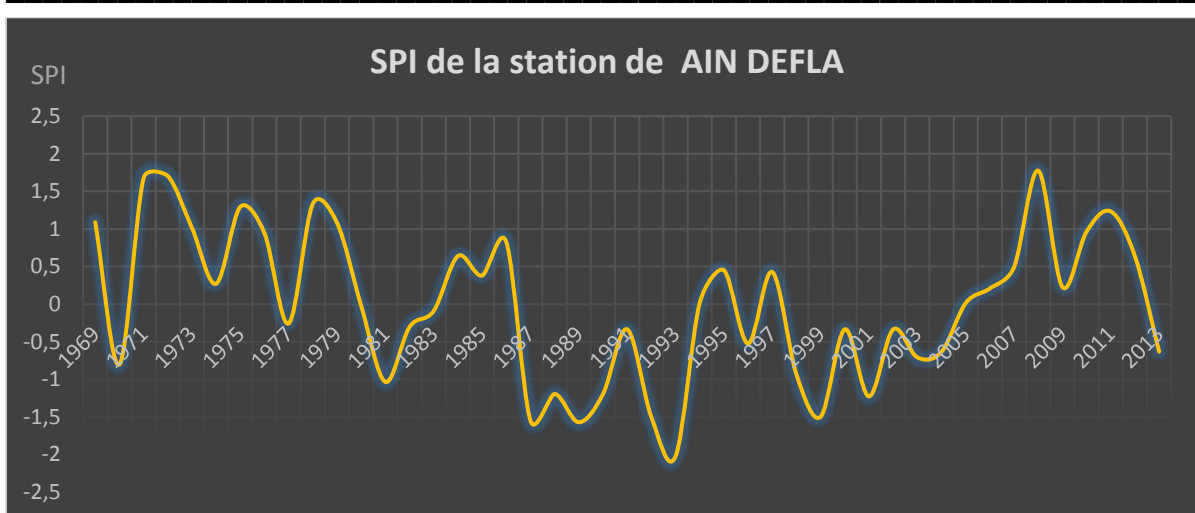
-Périodes sèches : 3 épisodes : 4 ans 1980-1983 ; 7 ans 1987-1993 ; 7 ans 1998-2004.

On remarque l'alternance des périodes humides et sèches, l'épisode le plus long est de 8 ans humides de 2005 à 2012 comme phase humide avec les années 70, les autres années présentes du déficit en précipitation.

**La courbe de EN (cumulé) :** on remarque comme suit :

1970-1979 : Tendence humide, 1979-1984 : tendance sèche, 1984-1986 : tendance sèche, 1986-2004 : tendance sèche, 2004-2012 : tendance sèche.





**Figure 23 :** la courbe de SPI de la station d’AIN DEFLA 1969-2013 (ANRH).

On constate le nombre des années comme suit : 9 années humides, 27 années normales et 9 sèches, dans la majorité la station est à précipitation normale.

Périodes normales : 3 épisodes : 5 ans 1982-1986 ; 5 ans 1994-1998 ; 6 ans 2002-2007.

Période de sécheresse : 1 épisode : 4 ans 1987-1990 dont 2 sévèrement sèches.

Périodes humides : 2 épisodes : 3 ans 1971-1973 ; 8 ans 2005-2012.

On remarque l’alternance des périodes normales, humides et sèches, dont l’épisode le plus long est de 6 ans d’épisode normal de 2002 à 2007. On peut dire que la période de années 80 jusqu’à la moitié des années 2000 est une période globalement sèche.

**III.2.2. Sur la station d’ARIB CHELIFF :**

La moyenne= 391,306896551724mm ; l’écartype= 95,5252806143653

Les résultats sont inscrits dans le tableau suivant :

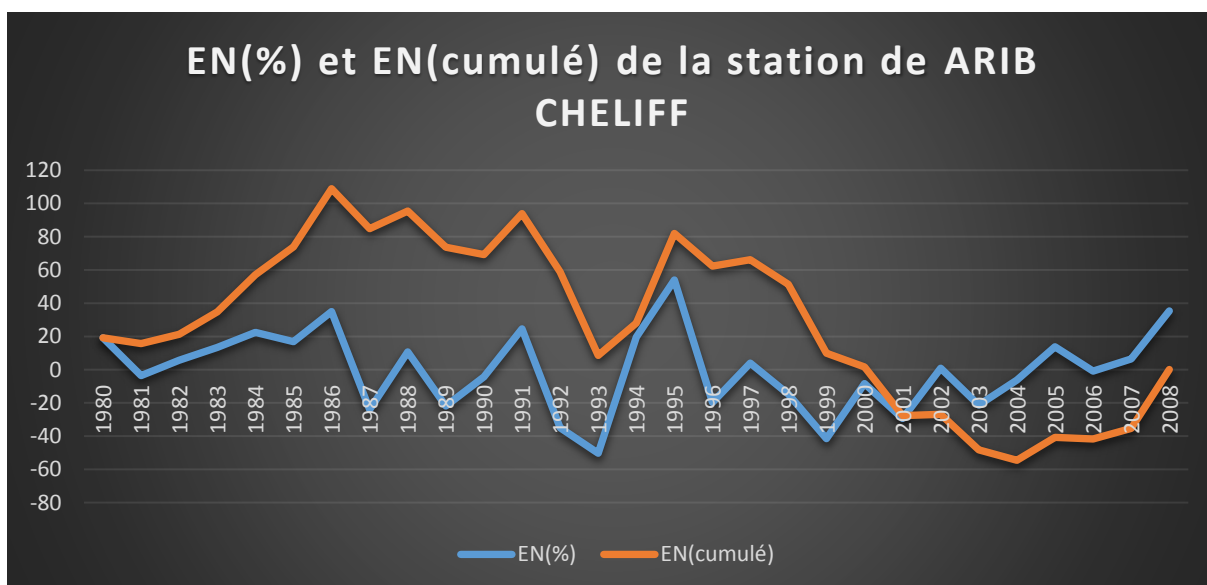
**Tableau 11 :** les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station d’ARIB CHELIFF 1980-2008 (ANRH).

années	Pi	EN(%)	classes	EN (cumulé)	SPI	classes
1980	466,4	19,1903348	humide	19,1903348	0,78610712	Normale
1981	377,5	-3,52840614	sèche	15,6619286	-0,14453657	Normale
1982	413,2	5,59486777	humide	21,2567964	0,22918649	Normale
1983	444	13,4659276	humide	34,722724	0,55161422	Normale
1984	479	22,4103138	humide	57,1330378	0,91800938	Normale
1985	456,9	16,7625728	humide	73,8956106	0,68665701	Normale
1986	528,3	35,0091206	humide	108,904731	1,43410313	Modérément humide
1987	297,1	-24,074939	sèche	84,8297923	-0,98619858	Normale

1988	433	10,6548348	humide	95,4846271	0,43646146	Normale
1989	306	-21,8005093	sèche	73,6841178	-0,89302953	Normale
1990	374,1	-4,39728937	sèche	69,2868284	-0,18012924	Normale
1991	487,4	24,5569665	humide	93,8437949	1,00594422	Modérément humide
1992	254,5	-34,9615347	sèche	58,8822602	-1,43215383	Modérément sèche
1993	194,4	-50,3203236	sèche	8,56193657	-2,06130665	Extrêmement sèche
1994	467,7	19,5225548	humide	28,0844914	0,79971609	Normale
1995	602,5	53,9712193	humide	82,0557107	2,21086085	Extrêmement humide
1996	314,3	-19,679412	sèche	62,3762987	-0,80614154	Normale
1997	406,5	3,8826567	humide	66,2589554	0,15904799	Normale
1998	333,2	-14,8494435	sèche	51,4095119	-0,60828815	Normale
1999	229,1	-41,4526036	sèche	9,95690833	-1,69805203	Sévèrement sèche
2000	358,7	-8,33281929	sèche	1,62408904	-0,34134311	Normale
2001	276,4	-29,3649045	sèche	-27,7408155	-1,20289515	Modérément sèche
2002	394,5	0,81601001	humide	-26,9248055	0,03342679	Normale
2003	307,8	-21,3405123	sèche	-48,2653178	-0,87418635	Normale
2004	366,7	-6,28838816	sèche	-54,553706	-0,25759565	Normale
2005	445,2	13,7725923	humide	-40,7811137	0,56417634	Normale
2006	387,9	-0,87064567	sèche	-41,6517594	-0,03566487	Normale
2007	416,2	6,36152945	humide	-35,2902299	0,26059179	Normale
2008	529,4	35,2902299	humide	-1,6342E-13	1,4456184	Modérément humide

Le tableau est composé des résultats d'applications des indices SPI, EN et EN cumulé de 29 ans de pluviométrie de la station d'ARIB CHELIFF, il porte presque le même nombre des années sèche et humide selon l'indice EN et l'indice SPI.

Les valeurs de la pluviométrie sont obtenues de L'ANRH.



**Figure 24 :** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station d'ARIB CHELIFF 1980-2008 (ANRH).

**La courbe de EN(%) :** on constate le nombre des années comme suit : 15 années humides, 14 sèches, donc la station porte presque le même nombre d'années humides et sèches mais la différence réside dans l'étalement des périodes.

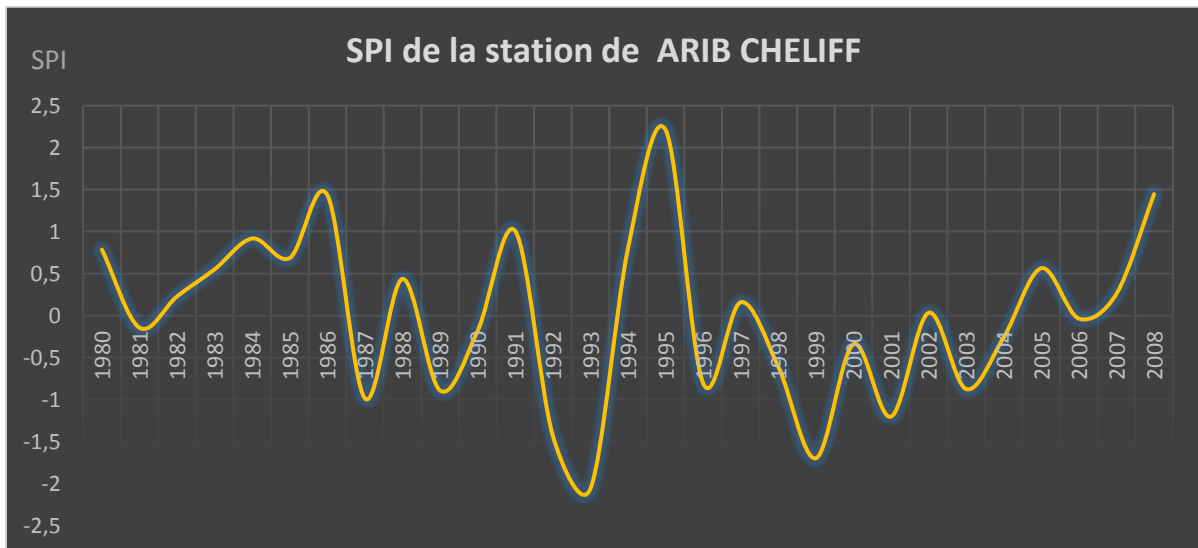
-Période humide : 1 épisode : 5 ans 1982- 1986.

-Périodes sèches : 1 épisode : 4 ans 1998-2001.

On remarque l'alternance des périodes humides et sèches, l'épisode le plus long est de 5 ans humides de 1982 à 1986 comme phase humide avec les années 80, les autres années présentes du déficit en précipitation.

**La courbe de EN (cumulé) :** on remarque comme suit :

1980-1986 : tendance humide, 1986-1993 : tendance sèche, 1993-1995 : tendance humide, 1995-2004 : tendance sèche, 2004-2008 : tendance humide.



**Figure 25 :** la courbe de SPI de la station d'ARIB CHELIFF 1980-2008 (ANRH).

On constate le nombre des années comme suit : 4 années humides, 18 années normales et 4 sèches, dans la majorité la station est à précipitation normale.

Périodes normales : 4 épisodes : 6 ans 1980-1985 ; 4 ans 1987-1990 ; 3 ans 1996-1998 ; 6 ans 2002-2007.

Période de sécheresse : 0 épisode.

Périodes humides : 0 épisodes.

On remarque que les totalités des périodes sont normales, dont l'épisode le plus long est de 6 ans d'épisode normal de 2002 à 2007. On peut dire que la période des années 1980 jusqu'années 2008 est une période globalement normale.

### III.2.3. Sur la station de BORDJ EL AMIR AEK :

La moyenne=418,8696969697mm ; l'écartype=112,971007024061

Les résultats sont inscrits dans le tableau suivant :

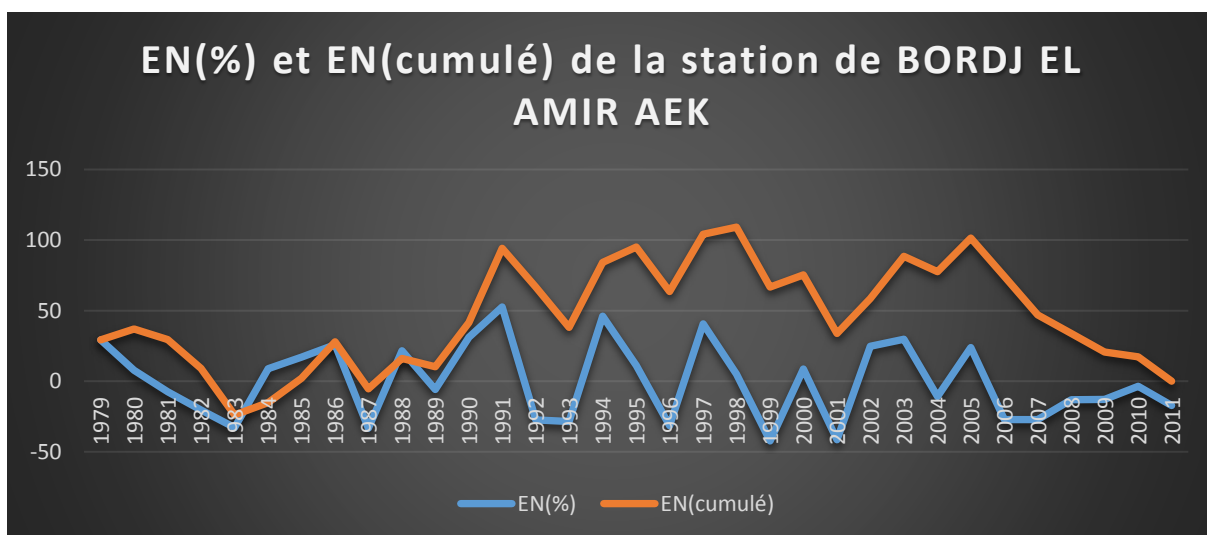
**Tableau 12 :** les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station de BORDJ EL AMIR AEK 1979-2011 (ANRH).

années	Pi	EN(%)	classes	EN (cumulé)	SPI	classes
1979	541,8	29,3481013	humide	29,3481013	1,08815798	Modérément humide
1980	450,9	7,64684179	humide	36,9949431	0,28352675	Normale
1981	387,3	-7,53687774	sèche	29,4580654	-0,27944955	Normale
1982	333,2	-20,4525889	sèche	9,0054765	-0,75833348	Normale
1983	280,9	-32,9385721	sèche	-23,9330956	-1,22128412	Modérément sèche
1984	455,8	8,81665666	humide	-15,1164389	0,32690072	Normale
1985	490,6	17,1247296	humide	2,00829071	0,63494435	Normale
1986	527,6	25,9580256	humide	27,9663163	0,96246201	Normale
1987	279,1	-33,3683	sèche	-5,40198369	-1,23721741	Modérément sèche
1988	509,5	21,6368727	humide	16,234889	0,80224392	Normale
1989	394,1	-5,91346119	sèche	10,3214278	-0,21925711	Normale
1990	549,5	31,1863818	humide	41,5078096	1,15631706	Modérément humide
1991	639,2	52,6011561	humide	94,1089657	1,9503261	Sévèrement humide
1992	304	-27,4237305	sèche	66,6852352	-1,01680688	Modérément sèche
1993	299,1	-28,5935454	sèche	38,0916898	-1,06018084	Modérément sèche
1994	611,5	45,988121	humide	84,0798107	1,70513044	Sévèrement humide
1995	465,1	11,0369175	humide	95,1167283	0,40922272	Normale
1996	286,5	-31,6016408	sèche	63,5150875	-1,17171388	Modérément sèche
1997	589	40,6165221	humide	104,13161	1,5059643	Sévèrement humide
1998	439,9	5,02072678	humide	109,152336	0,18615664	Normale
1999	241,5	-42,3448386	sèche	66,8074978	-1,57004617	Sévèrement sèche
2000	454,9	8,6017927	humide	75,4092905	0,31893407	Normale
2001	244,7	-41,5808778	sèche	33,8284127	-1,54172032	Sévèrement sèche
2002	522,8	24,8120845	humide	58,6404972	0,91997324	Normale
2003	543,7	29,801703	humide	88,4422001	1,10497646	Modérément humide
2004	373,3	-10,8792059	sèche	77,5629942	-0,40337515	Normale
2005	518,4	23,7616385	humide	101,324633	0,88102519	Normale
2006	305,1	-27,161119	sèche	74,1635136	-1,00706987	Modérément sèche
2007	304,5	-27,3043617	sèche	46,859152	-1,01238096	Modérément sèche
2008	363,8	-13,1472144	sèche	33,7119376	-0,48746752	Normale
2009	364,4	-13,0039717	sèche	20,7079659	-0,48215643	Normale
2010	404,2	-3,50221013	sèche	17,2057557	-0,12985364	Normale

2011	346,8	-17,2057557	sèche	0	-0,63794861	Normale
------	-------	-------------	-------	---	-------------	---------

Le tableau est composé des résultats d'applications des indices SPI, EN et EN cumulé de 33 ans de pluviométrie de la station de BORDJ EL AMIR AEK, il porte presque le même nombre des années sèche et humide selon l'indice EN, 6 ans humides et 9 ans sèches selon l'indice SPI.

Les valeurs de la pluviométrie sont obtenues de L'ANRH.



**Figure 26 :** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station de BORDJ EL AMIR AEK 1979-2011 (ANRH).

**La courbe de EN(%) :** on constate le nombre des années comme suit : 16 années humides, 17 sèches, donc la station porte presque le même nombre d'années humides et sèches mais la différence réside dans l'étalement des périodes.

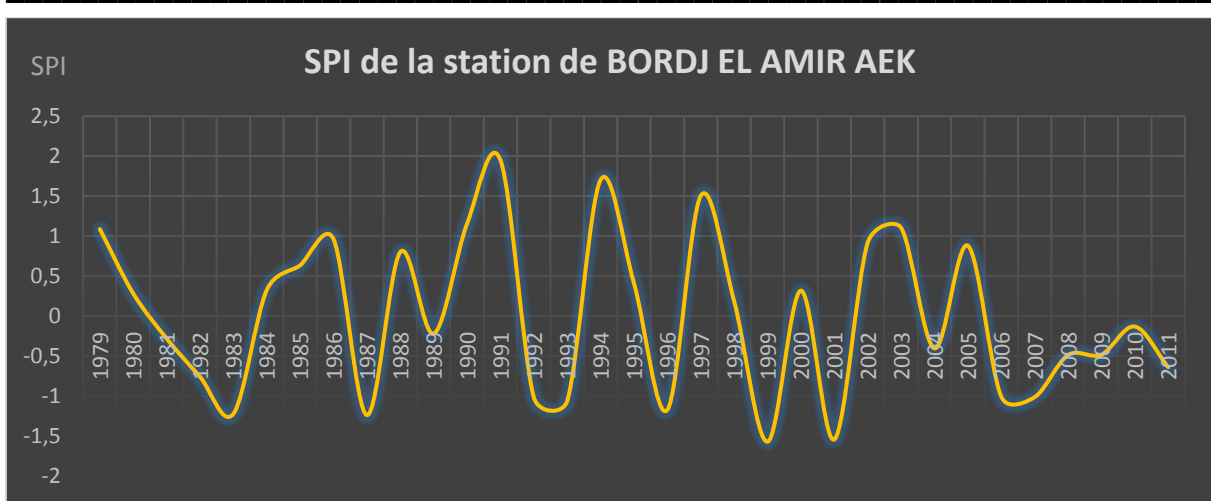
-Période humide : 1 épisode : 3 ans 1984- 1986.

-Périodes sèches : 2 épisodes : 3 ans 1981-1983 ; 6 ans 2006-2011.

On remarque l'alternance des périodes humides et sèches, l'épisode le plus long est de 6 ans secs de 2006 à 2011 comme phase sèche avec les années 80, les autres années présentes de la précipitation.

**La courbe de EN (cumulé) :** on remarque comme suit :

1980-1983 : tendance sèche, 1983-1986 : tendance humide, 1989-1991 : tendance humide, 1991-1993 : tendance sèche, 1993-1995 : tendance humide, 1998-2001 : tendance sèche, 2001-2005 : tendance humide, 2005-2011 : tendance sèche.



**Figure 27 :** la courbe de SPI de la station de BORDJ EL AMIR AEK 1979-2011 (ANRH).

On constate le nombre des années comme suit : 6 années humides, 18 années normales et 9 sèches, dans la majorité la station est à précipitation normale.

Périodes normales : 3 épisodes : 3 ans 1980-1982 ; 3 ans 1984-1996 ; 4 ans 2008-2011.

Période de sécheresse : 0.

Périodes humides : 0.

On remarque que les totalités des périodes sont normales, dont l'épisode le plus long est de 4 ans d'épisode normal de 2008 à 2011. On peut dire que la période de années 80 jusqu'à la moitié des années 2000 est une période globalement normale.

### III.2.4. Sur la station de GHRIB BGE :

La moyenne= 435,751724137931mm ; l'écartype= 108,371990387243

Les résultats sont inscrits dans le tableau suivant :

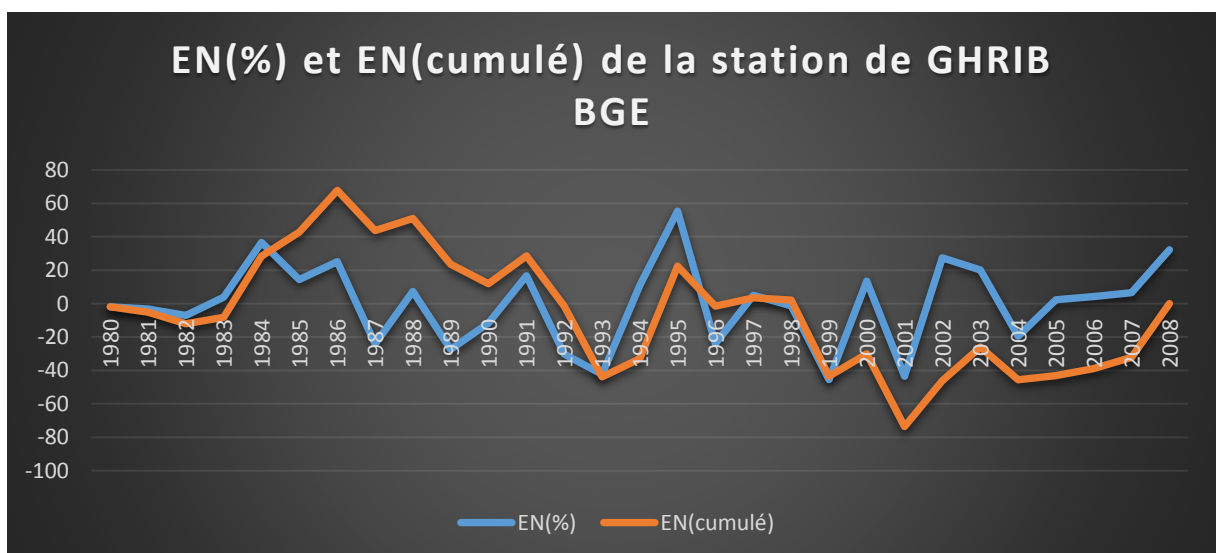
**Tableau 13 :** les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station de GHRIB BGE 1980-2008 (ANRH).

années	Pi	EN(%)	classes	EN (cumulé)	SPI	classes
1980	427,2	-1,96252216	sèche	-1,96252216	-0,07891083	Normale
1981	422	-3,15586224	sèche	-5,1183844	-0,12689371	Normale
1982	405,2	-7,01126868	sèche	-12,1296531	-0,28191532	Normale
1983	452,8	3,91238288	humide	-8,21727019	0,15731257	Normale
1984	595,1	36,5685933	humide	28,3513231	1,47038248	Modérément humide
1985	498,5	14,4000063	humide	42,7513295	0,57900824	Normale
1986	544,8	25,0253229	humide	67,7766523	1,00624041	Modérément humide
1987	330,6	-24,1311091	sèche	43,6455432	-0,97028507	Normale
1988	467,6	7,30881236	humide	50,9543555	0,29387922	Normale

1989	316,7	-27,320999	sèche	23,6333565	-1,09854699	Modérément sèche
1990	384,8	-11,6928336	sèche	11,9405229	-0,47015584	Normale
1991	508,4	16,6719423	humide	28,6124652	0,67036026	Normale
1992	304,1	-30,2125538	sèche	-1,60008863	-1,2148132	Modérément sèche
1993	251,6	-42,2606989	sèche	-43,8607875	-1,69925572	Sévèrement sèche
1994	483,5	10,9576792	humide	-32,9031084	0,4405961	Normale
1995	676,9	55,3407508	humide	22,4376424	2,22519006	Extrêmement humide
1996	331,5	-23,9245695	sèche	-1,48692707	-0,96198034	Normale
1997	457,3	4,94508103	humide	3,45815396	0,19883621	Normale
1998	429,8	-1,36585211	sèche	2,09230185	-0,05491939	Normale
1999	237,5	-45,4964865	sèche	-43,4041846	-1,82936314	Sévèrement sèche
2000	494	13,3673082	humide	-30,0368764	0,5374846	Normale
2001	246	-43,5458344	sèche	-73,5827108	-1,75092958	Sévèrement sèche
2002	555,5	27,4808496	humide	-46,1018612	1,10497441	Modérément humide
2003	523,3	20,0913206	humide	-26,0105406	0,80784966	Normale
2004	350,7	-19,5183907	sèche	-45,5289314	-0,78481279	Normale
2005	446,2	2,39775893	humide	-43,1311724	0,09641122	Normale
2006	454,5	4,30251329	humide	-38,8286592	0,17299928	Normale
2007	464,4	6,57444923	humide	-32,2542099	0,26435129	Normale
2008	576,3	32,2542099	humide	2,8422E-13	1,29690592	Modérément humide

Le tableau est composé des résultats d'applications des indices SPI, EN et EN cumulé de 29 ans de pluviométrie de la station de GHRIB BGE, il porte 16 ans humides et 13 ans sèches selon l'indice EN, et le même nombre des années sèches et humide selon l'indice SPI.

Les valeurs de la pluviométrie sont obtenues de L'ANRH.



**Figure 28:** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station de GHRIB BGE 1980-2008 (ANRH).

**La courbe de EN(%) :** on constate le nombre des années comme suit : 16 années humides, 13 sèches, donc la station porte un nombre d'années humides plus que sèches mais la différence réside dans l'étalement des périodes.

L'étalement des périodes :

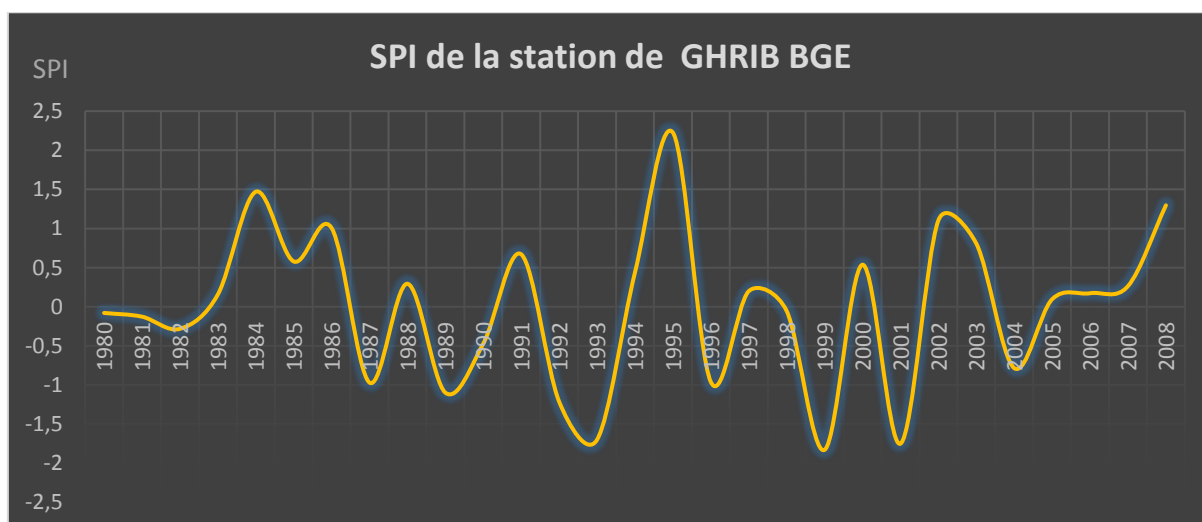
-Période humide : 2 épisodes : 4 ans 1983- 1986 ; 4 ans 2005-2008.

-Périodes sèches : 1 épisode : 3 ans 1980-1982.

On remarque l'alternance des périodes humides et sèches, l'épisode le plus long est de 4 ans humides de 1983 à 1986 et 2005 à 2008, les autres années présentes du déficit en précipitation.

**La courbe de EN (cumulé) :** on remarque comme suit :

1980-1982 : tendance sèche, 1982-1986 : tendance humide, 1986-1993 : tendance sèche, 1993-1995 : tendance humide, 1995-2001 : tendance sèche, 2001-2008 : tendance humide.



**Figure 29:** la courbe de SPI de la station de GHRIB BGE 1980-2008 (ANRH).

On constate le nombre des années comme suit : 5 années humides, 19 années normales et 5 sèches, dans la majorité la station est à précipitation normale.

Périodes normales : 3 épisodes : 4 ans 1980-1983 ; 4 ans 1996-1998 ; 5 ans 2003-2007.

Période de sécheresse : 0 épisode.

Périodes humides : 0 épisodes.



On remarque que des périodes normales, dont l'épisode le plus long est de 5 ans d'épisode normal de 2003 à 2007. On peut dire que la période de années 80 jusqu'à la moitié des années 2000 est une période globalement normale.

### III.2.5. Sur la station de EL KHEMIS ANRH :

La moyenne =428,193023255814mm ; l'écartype=95,5817336487937

Les résultats sont inscrits dans le tableau suivant :

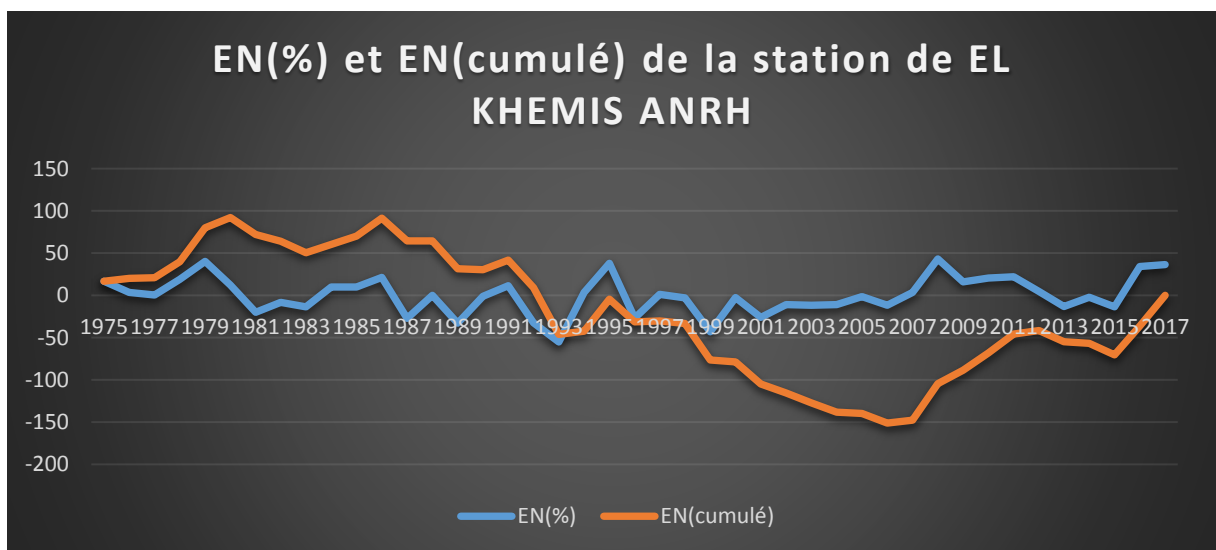
**Tableau 14** : les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station de EL KHEMIS ANRH 1975-2017 (ANRH)

années	Pi	EN(%)	classes	EN (cumulé)	SPI	classes
1975	499,5	16,6529983	humide	16,6529983	0,74603142	Normale
1976	443	3,45801448	humide	20,1110127	0,15491429	Normale
1977	430,8	0,60883214	humide	20,7198449	0,02727484	Normale
1978	509,7	19,0351015	humide	39,7549464	0,85274637	Normale
1979	600	40,1237216	humide	79,8786681	1,79748756	Sévèrement humide
1980	480,7	12,262455	humide	92,1411231	0,54934112	Normale
1981	342,6	-19,9893549	sèche	72,1517681	-0,89549561	Normale
1982	393,6	-8,0788386	sèche	64,0729295	-0,36192086	Normale
1983	369,5	-13,7071414	sèche	50,3657881	-0,61406109	Normale
1984	470,3	9,83364381	humide	60,1994319	0,44053372	Normale
1985	470,6	9,90370568	humide	70,1031376	0,4436724	Normale
1986	520	21,4405588	humide	91,5436963	0,96050755	Normale
1987	311,5	-27,2524345	sèche	64,2912618	-1,22087159	Modérément sèche
1988	429,1	0,21181493	humide	64,5030767	0,00948902	Normale
1989	286,6	-33,067569	sèche	31,4355078	-1,48138162	Modérément sèche
1990	422,9	-1,2361302	sèche	30,1993776	-0,05537693	Normale
1991	477,6	11,5384824	humide	41,73786	0,51690815	Normale
1992	288,2	-32,6939057	sèche	9,04395431	-1,46464202	Modérément sèche
1993	192,1	-55,1370551	sèche	-46,0931008	-2,47006425	Extrêmement sèche
1994	443,5	3,57478425	humide	-42,5183166	0,16014542	Normale
1995	590,5	37,905096	humide	-4,61322051	1,69809618	Sévèrement humide
1996	312,9	-26,9254792	sèche	-31,5386997	-1,20622444	Modérément sèche
1997	433,4	1,21603493	humide	-30,3226647	0,05447669	Normale
1998	415,2	-3,03438462	sèche	-33,3570494	-0,13593626	Normale
1999	244,1	-42,9929992	sèche	-76,3500486	-1,92602725	Sévèrement sèche
2000	417,9	-2,40382788	sèche	-78,7538765	-0,10768818	Normale
2001	317	-25,9679671	sèche	-104,721844	-1,16332922	Modérément sèche
2002	381,8	-10,8346051	sèche	-115,556449	-0,48537541	Normale
2003	378,2	-11,6753475	sèche	-127,231796	-0,52303951	Normale
2004	381,9	-10,8112512	sèche	-138,043047	-0,48432919	Normale
2005	421,4	-1,5864395	sèche	-139,629487	-0,07107031	Normale
2006	379	-11,4885158	sèche	-151,118003	-0,51466971	Normale
2007	443,1	3,48136843	humide	-147,636634	0,15596052	Normale

2008	612,9	43,1363817	humide	-104,500253	1,93245058	Sévèrement humide
2009	496	15,8356099	humide	-88,6646427	0,70941355	Normale
2010	516,8	20,6932322	humide	-67,9714104	0,92702835	Normale
2011	522,7	22,0711155	humide	-45,9002949	0,98875562	Normale
2012	447,2	4,43888053	humide	-41,4614144	0,19885574	Normale
2013	371,3	-13,2867703	sèche	-54,7481846	-0,59522904	Normale
2014	419,1	-2,12358043	sèche	-56,8717651	-0,09513348	Normale
2015	370	-13,5903717	sèche	-70,4621367	-0,60882996	Normale
2016	574,2	34,0984016	humide	-36,3637351	1,5275615	Sévèrement humide
2017	583,9	36,3637351	humide	-6,4659E-13	1,62904533	Sévèrement humide

Le tableau est composé des résultats d'applications des indices SPI, EN et EN cumulé de 43 ans de pluviométrie de la station de EL KHEMIS ANRH, il porte presque le même nombre des années sèche et humide selon l'indice EN, 5 ans humides et 17 ans sèches selon l'indice SPI ce qu'il indique qu'il y a de la sécheresse dans la région de KHEMIS.

Les valeurs de la pluviométrie sont obtenues de L'ANRH.



**Figure 30:** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station d'EL KHEMIS ANRH 1975-2017 (ANRH).

**La courbe de EN(%) :** on constate le nombre des années comme suit : 22 années humides, 21 sèches, donc la station porte presque le même nombre d'années humides et sèches mais la différence réside dans l'étalement des périodes.

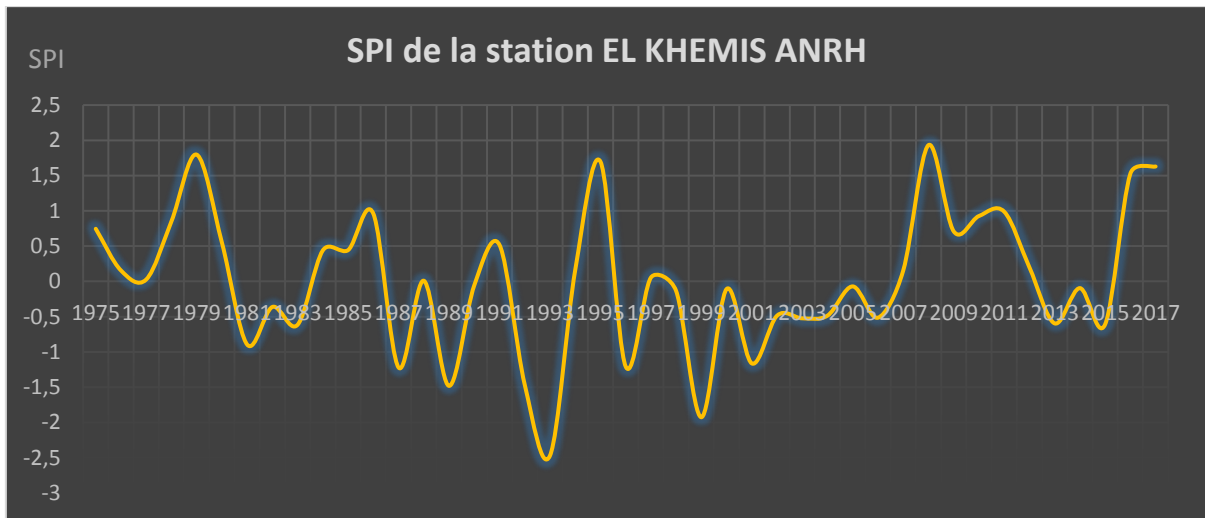
-Période humide : 3 épisodes : 6 ans 1975- 1980 ; 3 ans 1984-1986 ; 6 ans 2007-2012.

-Périodes sèches : 3 épisodes : 3 ans 1981-1983 ; 9 ans 1988-2006 ; 3 ans 2013-2015.

On remarque l'alternance des périodes humides et sèches, l'épisode le plus long est de 9 ans sèches de 1988 à 2006 comme phase sèche avec les années 2000, les autres années présentes de la précipitation.

**La courbe de EN (cumulé) :** on remarque comme suit :

1975-1979 : tendance humide, 1979-1983 : tendance sèche, 1983-1986 : tendance humide, 1986-2007 : tendance sèche, 2007-2012 : tendance humide, 2012-2016 : tendance humide.



**Figure 31:** la courbe de SPI de la station d'EL KHEMIS ANRH 1975-2017 (ANRH).

On constate le nombre des années comme suit : 5 années humides, 31 années normales et 7 sèches, dans la majorité la station est à précipitation normale.

Périodes normales : 4 épisodes : 4 ans 1975-1978 ; 7 ans 1980-1986 ; 6 ans 2002-2007 ; 7 ans 2009-2015.

Période de sécheresse : 0 épisode.

Périodes humides : 0 épisodes.

On remarque que des périodes normales, dont l'épisode le plus long est de 7 ans d'épisode normal de 1980 à 1986 et 2009 à 2015. On peut dire que la période de années 70 jusqu'à la moitié des années 2000 est une période globalement sèche normale.

### III.2.6. Sur la station de MILIANA :

La moyenne= 750,756764705882mm ; l'écartype : 183,802352520979

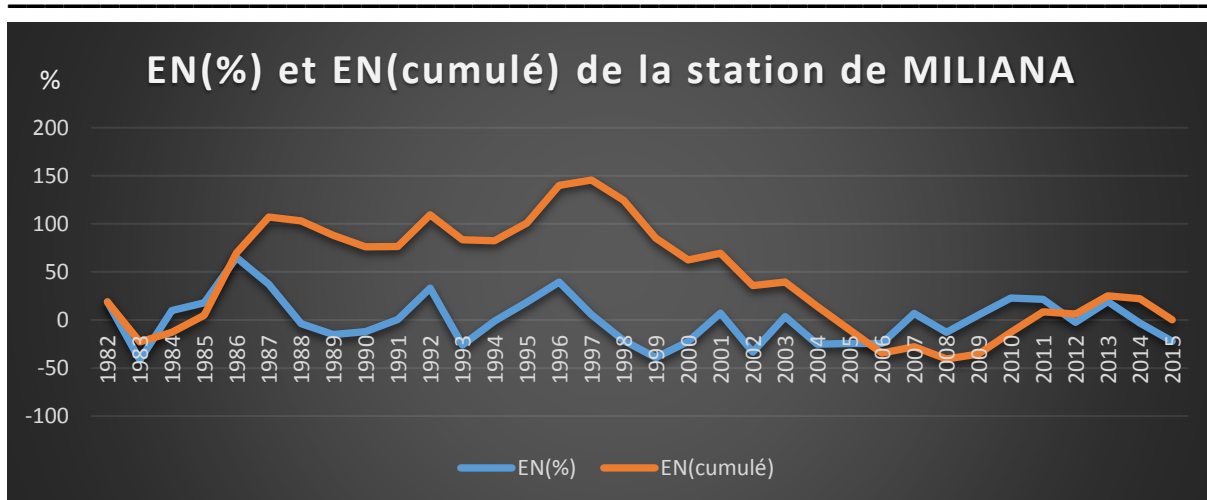
Les résultats sont inscrits dans le tableau suivant :

**Tableau 15** : les valeurs de SPI, EN(%) et EN cumulé de la station de MILIANA 1982-2015 (ANRH).

année	Pi	EN(%)	classes	EN (cumulé)	SPI	classes
1982	892,3	18,8534079	humide	18,8534079	0,77008392	Normale
1983	437,8	-41,6855071	sèche	-22,8320992	-1,70268095	Sévèrement sèche
1984	825,6	9,96903908	humide	-12,8630601	0,40719411	Normale
1985	883,7	17,7078971	humide	4,84483695	0,72329453	Normale
1986	1238,3	64,9402387	humide	69,7850757	2,65254078	Extrêmement humide
1987	1029,8	37,1682612	humide	106,953337	1,5181701	Sévèrement humide
1988	722,7	-3,73713112	sèche	103,216206	-0,15264639	Normale
1989	637,3	-15,11232	sèche	88,1038858	-0,61727591	Normale
1990	660	-12,0887042	sèche	76,0151815	-0,49377368	Normale
1991	753,5	0,36539601	humide	76,3805776	0,01492492	Normale
1992	998,9	33,0524142	humide	109,432992	1,35005473	Modérément humide
1993	555	-26,0745922	sèche	83,3583995	-1,06503949	Modérément sèche
1994	742,5	-1,09979225	sèche	82,2586073	-0,04492198	Normale
1995	889,9	18,5337305	humide	100,792338	0,75702641	Normale
1996	1046,5	39,3926834	humide	140,185021	1,60902856	Sévèrement humide
1997	791,3	5,40031568	humide	145,585337	0,22058061	Normale
1998	590,3	-21,3726699	sèche	124,212667	-0,87298537	Normale
1999	455,8	-39,2879263	sèche	84,9247406	-1,60474967	Sévèrement sèche
2000	582,7	-22,3849817	sèche	62,5397589	-0,91433413	Normale
2001	803,2	6,98538298	humide	69,5251419	0,28532407	Normale
2002	498,3	-33,6269717	sèche	35,8981702	-1,37352303	Modérément sèche
2003	776,51	3,43030346	humide	39,3284737	0,14011374	Normale
2004	562	-25,1421997	sèche	14,186274	-1,02695511	Modérément sèche
2005	567,02	-24,473541	sèche	-10,287267	-0,99964316	Normale
2006	568,01	-24,3416741	sèche	-34,6289411	-0,99425694	Normale
2007	802,02	6,82820824	humide	-27,8007328	0,27890413	Normale
2008	655	-12,7546989	sèche	-40,5554317	-0,52097682	Normale
2009	789	5,09395814	humide	-35,4614736	0,20806717	Normale
2010	921	22,6762173	humide	-12,7852563	0,9262299	Normale
2011	910,78	21,3149242	humide	8,52966791	0,8706267	Normale
2012	731,79	-2,52635282	sèche	6,00331509	-0,10319109	Normale
2013	894,19	19,1051539	humide	25,108469	0,7803667	Normale
2014	728,01	-3,02984479	sèche	22,0786242	-0,12375666	Normale
2015	585	-22,0786242	sèche	1,1795E-12	-0,90182069	Normale

Le tableau est composé des résultats d'applications des indices SPI, EN et EN cumulé de 34 ans de pluviométrie de la station de MILIANA, il porte le même nombre des années sèche et humide selon l'indice EN, 4 ans humides et 5 ans sèches selon l'indice SPI.

Les valeurs de la pluviométrie sont obtenues de L'ANRH.



**Figure 32:** la courbe de EN(%) et EN (cumulé) de la station de MILIANA 1982-2015 (ANRH).

**La courbe de EN(%) :** on constate le nombre des années comme suit : 17 années humides, 17 sèches, donc la station porte le même nombre d’années humides et sèches mais la différence réside dans l’étalement des périodes.

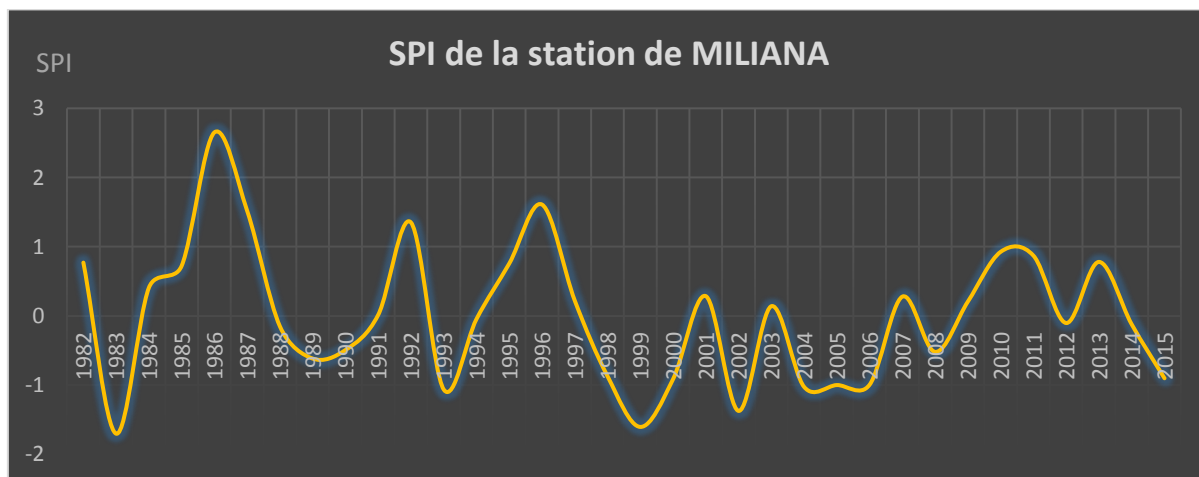
-Période humide : 3 épisodes : 4 ans 1984- 1987 ; 3 ans 1995-1997 ; 3 ans 2009-2011.

-Périodes sèches : 3 épisodes : 3 ans 1988-1990 ; 3 ans 1998-2000 ; 3 ans 2004-2006.

On remarque l’alternance des périodes humides et sèches, l’épisode le plus long est de 4 ans humides de 1984 à 1987 comme phase humide avec les années 2000, les autres années présentes du déficit en précipitation.

**La courbe de EN (cumulé) :** on remarque comme suit :

1983-1987 : tendance humide, 1983-1991 : tendance sèche, 1994-1997 : tendance humide, 1997-2008 : tendance sèche, 2008-2013 : tendance humide, 2013-2015 : tendance sèche.



**Figure 33 :** la courbe de SPI de la station de MILIANA 1982-2015 (ANRH).

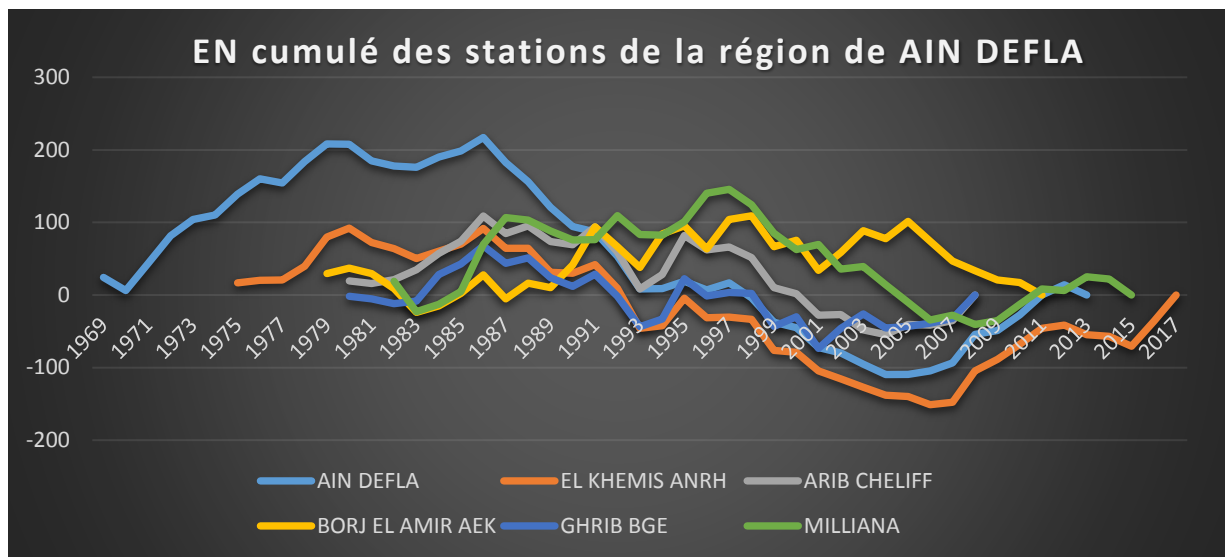
On constate le nombre des années comme suit : 4 années humides, 25 années normales et 5 sèches, dans la majorité la station est à précipitation normale.

Périodes normales : 2 épisodes : 4 ans 1988-1991 ; 11 ans 2005-2015.

Période de sécheresse : 0 épisode.

Périodes humides : 0 épisodes.

On remarque que des périodes normales, dont l'épisode le plus long est de 11 ans d'épisode normal de 2005 à 2015. On peut dire que la période de années 80 jusqu'à les années 2000 est une période globalement sèche.



**Figure 34 :** EN cumulé de tous stations de la wilaya de AIN DEFLA (ANRH).

D'après les courbes de EN cumulé de toutes des stations qui se sont réunies dans le même graphe, on remarque nettement que les années 1960 sont humides, mais la baisse des courbes commence dès le début des années 1970 mais la tendance climatique reste humide, alors que depuis les années 1900 jusqu' à la moitié des années 2002 la tendance climatique globale de la région de Ain Defla est sèche, une période de sécheresse qui s'étale de 30 ans qui comporte des années de sévérité de 1907-1990. Après l'année 2005 jusqu'aux années 2020 les courbes ont tendance vers des périodes d'humidité.

Selon les indices déjà réalisés, lorsque les années de faible pluviosité persistent et la tendance générale est à la baisse cela annonce la sécheresse, il est clair aussi que, cela n'empêche pas d'avoir des alternances de phases humides et de phases sèches révélées par l'analyse de chaque série pluviométrique, notamment dans le bas et le moyen bassin CHELIFF. Les résultats obtenus par cette analyse confirme l'hypothèse de départ « il ya sécheresse ».

**Chapitre IV :**  
**Résultats et discussion**

Le dernier chapitre vise la gestion de la sécheresse dans la région et la proposition d'une approche de gestion de la sécheresse en suivant le processus de gestion des risques, en choisissant les mesures efficaces de la lutte contre le déficit en eau comme l'irrigation économique et l'utilisation des camions-citernes.

#### **IV.1. Gestion du risque de sécheresse**

##### **IV.1.1. Approches de la gestion du risque de sécheresse :**

Bien qu'il soit impossible de contrôler l'occurrence des événements de la sécheresse, les impacts qui en résultent peuvent être atténués dans une certaine mesure, notamment par le biais de stratégies de surveillance et de gestion.

En principe, le plan de gestion de la sécheresse s'établit de manière appropriée et proactive, sa préparation devrait être liée à un cadre conceptuel convenu pour la gestion de la sécheresse, et basée sur des définitions claires de la sécheresse, les lignes directrices de la politique nationale de gestion de la sécheresse publiées par le programme de gestion intégrée de la sécheresse (PGI) et adaptées aux circonstances régionales par le partenariat mondial pour l'eau en Europe centrale et orientale (**GWP-CEE 2015**), constituent un point de départ, comme présenté dans EC (2007) deux approches de base pour la gestion du risque de sécheresse sont actuellement appliquées.

L'approche réactive qui est basée sur la gestion de crise : elle comprend des mesures et des actions après qu'un événement de sécheresse ait commencé et soit perçu, cette approche est adoptée dans des situations d'urgence et aboutit souvent à des solutions techniques et économiques inefficaces, car les actions sont prises avec peu de temps pour évaluer les meilleures options et la participation des parties prenantes est très limitée, cette approche est souvent non coordonnée et inopportune (**Wilhite et Pulwarty, 2005**).

En outre, la gestion de crise accorde peu d'attention à la tentative de réduire les impacts de la sécheresse causés par de futurs événements de sécheresse.

D'autre part, l'approche proactive est basée sur la gestion du risque de sécheresse : elle comprend des mesures appropriées conçues à l'avance, avec les outils de planification correspondants et la participation des parties prenantes. L'approche proactive est basée sur des mesures à court et à long terme et comprend des systèmes de surveillance pour une alerte rapide des conditions de sécheresse, l'identification de la partie la plus vulnérable de la population et des mesures adaptées pour atténuer le risque de sécheresse et améliorer la



préparation. L'approche proactive implique la planification des mesures nécessaires pour prévenir ou minimiser les impacts de la sécheresse à l'avance.

Cette approche a également été appelée les trois piliers de la gestion intégrée de la sécheresse (Figure 35), avancée par Wilhite (OMM et GWP, 2014) et consiste la surveillance de la sécheresse et les systèmes d'alerte précoce ; l'évaluation de la vulnérabilité et de l'impact ; et la préparation, l'atténuation et la réponse à la sécheresse. Il représente une façon commune de structurer le travail vers une approche intégrée de la gestion de la sécheresse (**Pischke et Stefanski, 2018**).

#### **IV.1.1.1. Système de surveillance de la sécheresse et d'alerte précoce :**

Est le fondement de politiques proactives efficaces en matière de sécheresse, afin d'avertir des conditions de sécheresse imminentes, il identifie les tendances du climat et des ressources en eau et détecte l'émergence ou la probabilité d'occurrence et la gravité probable des sécheresses et de leurs impacts, des informations fiables doivent être communiquées en temps utile aux gestionnaires de l'eau et des terres, aux décideurs et au public par le biais de canaux de communication appropriés afin de déclencher les actions décrites dans un plan de gestion de la sécheresse, ces informations, si elles sont utilisées efficacement, peuvent servir de base pour réduire la vulnérabilité et améliorer les capacités d'atténuation et de réponse des personnes et des systèmes à risque.

#### **IV.1.1.2. L'évaluation de la vulnérabilité et des incidences :**

Vise à déterminer les incidences historiques, actuelles et, probablement, futures de la sécheresse et à évaluer la vulnérabilité à ces incidences, l'évaluation de l'impact et de la vulnérabilité de la sécheresse vise à améliorer la compréhension des processus naturels et humains associés à la sécheresse et des impacts qui se produisent, le résultat de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'impact est une description de qui et quoi est à risque et pourquoi.

#### **IV.1.1.3. Le travail lié à l'atténuation, la préparation et la réponse à la sécheresse :**

Déterminer les actions d'atténuation et de réponse appropriées visant à réduire les risques, l'identification des déclencheurs appropriés pour introduire et supprimer progressivement les actions d'atténuation, en particulier les actions à court terme, pendant le début et la fin de la sécheresse et enfin, pour identifier les agences ou les ministères ou les organisations qui doivent développer et mettre en œuvre les actions d'atténuation.

Les déclencheurs sont définis comme des valeurs spécifiques d'un indicateur ou d'un indice qui déclenchent et/ou mettent fin aux réponses ou aux actions de gestion des décideurs sur la base des directives ou des plans de préparation existants (OMM et GWP, 2016), les déclencheurs doivent relier les indices ou indicateurs aux impacts qui se produisent sur le terrain.



**Figure 35 :** Les trois piliers de la gestion intégrée de la sécheresse (après Pischke et Stefanski, 2018).

Afin de passer d'une approche réactive à une approche proactive, les conditions locales ou régionales doivent être prises en considération, y compris le cadre législatif et administratif ainsi que les conditions naturelles.

Un plan de gestion de la sécheresse efficace devrait fournir un cadre dynamique pour un ensemble continue d'actions pour se préparer et répondre efficacement à la sécheresse, y compris : des révisions périodiques des réalisations et des priorités ; le réajustement des objectifs, des moyens et des ressources ; ainsi que le renforcement des dispositions institutionnelles, de la planification et des mécanismes de prise de décision pour l'atténuation de la sécheresse (par exemple, comme décrit dans CE, 2007).

## IV.2. Concepts de base de l'intégration dans le cas de la sécheresse :

L'intégration est définie comme étant un processus de changement par lequel un certain nombre de questions sont intégrées aux processus de planification et de décision, et où ces questions continueront à faire partie de l'agenda d'activités subséquentes de planification, mise en œuvre et révision (PNUD, 2008).

L'intégration contribue à la réalisation de plusieurs objectifs : élaboration de politiques de développement transversales et synergiques, exploitation optimale de financements nationaux et internationaux ainsi que d'autres ressources, dans le cas de la gestion de risque de la sécheresse, l'intégration va aider à redéfinir la notion de sécheresse, en n'y voyant pas uniquement un phénomène naturel, mais également un thème de développement plus complexe. Elle va internaliser les risques de sécheresse tout au long des étapes de la planification, du financement et de la mise en œuvre de n'importe quel cadre de développement, le processus d'intégration permettra également de s'assurer que les politiques sectorielles n'agiront pas à l'encontre de leurs buts voulus d'atténuation de la sécheresse et de leurs efforts en vue de s'y préparer, et que l'environnement qu'on aura créé sera favorable au renforcement durable des capacités des communautés et sociétés concernées.

### IV.2.1 Etapes essentielles de l'intégration de la gestion de risque de la sécheresse :



Figure 36 : les étapes essentielles de l'intégration de la GRS (PNUD 2008).

---

### **IV.3. Gestion du risque de sécheresse dans la région d'étude**

La manifestation de la sécheresse dans la région de Ain Defla exige d'envisager un plan de gestion qui englobe les caractéristiques et les contraintes de la région par l'octroi des mesures adaptées et efficaces afin de réduire les effets accrus de la sécheresse.

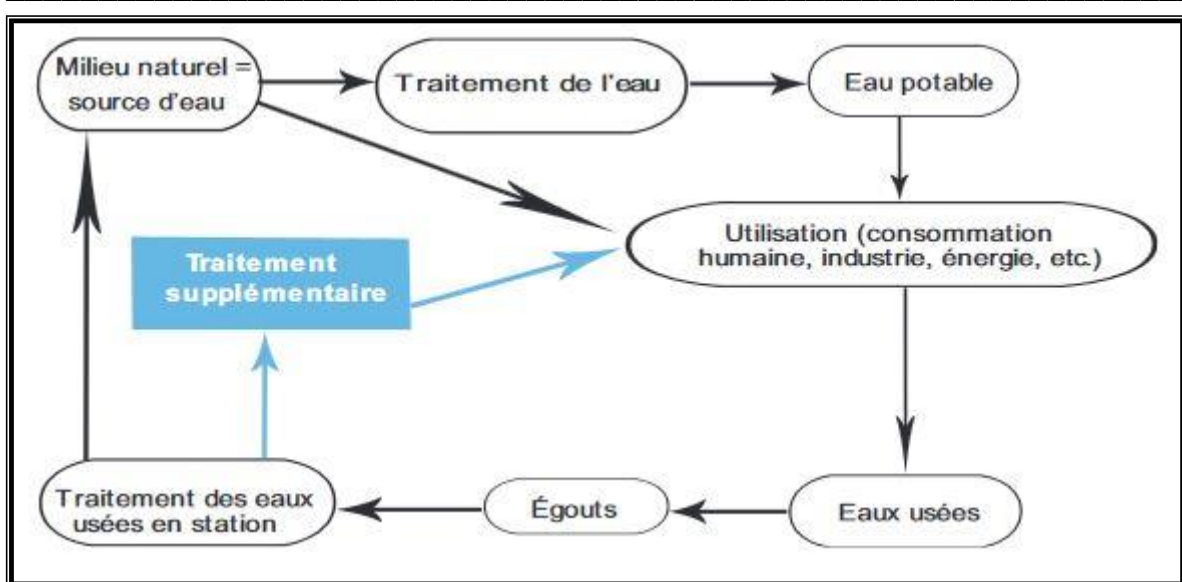
#### **IV.3.1. Les mesures de la lutte contre le déficit en eau dans la wilaya d'Ain Defla :**

Les mesures sont appuyées sur des programmes de développement portant, notamment sur la restauration et l'épuration des eaux usées, aussi la construction de plusieurs grands barrages dans les principaux bassins hydrographiques, dont l'interconnexion, à travers des systèmes de transfert d'eau inter wilaya, a permis de tisser une véritable toile au niveau de toutes les régions du wilaya pour desservir les zones menacées par le déficit en eau.

##### **IV.3.1.1. La restauration des eaux usées traitées pour les besoins de l'agriculture et de l'industrie :**

Par l'installation des stations d'épuration sur les grands points des rejets des eaux usées dans la wilaya de Ain Defla comme Oued Cheliff au niveau de la commune de Djendel, AIN Defla et El-ataf, Oued Soufey au niveau de la commune de Khemis Miliana dont le but est de sauvegarder les eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable et de diminuer la dépendance aux barrages dans l'agriculture.

Les eaux usées sont celles rejetées par les collectivités, les industries et les particuliers puis acheminées par les égouts en station d'épuration afin d'être traitées, après traitement, on les appelle des eaux usées épurées, dans le cycle d'assainissement "classique" de l'eau, celle s-ci sont en suite rejetées dans le milieu naturel, la réutilisation des eaux usées épurées ou REUE propose de récupérer directement ces eaux usées épurées, de leur appliquer un nouveau traitement de s'en servir pour toutes sortes d'usages.



**Figure 37** : La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle de l'assainissement.



**Figure 38** : station d'épuration des eaux usées destinées à l'irrigation (Marrakech, Maroc).

#### IV.3.1.2. la réalisation des grands barrages :

Qui peuvent maintenir au plusieurs années de sécheresses dans la wilaya ou les wilayas proches, la sécheresse constitue un vrai fléau pour les agriculteurs surtout dans la wilaya de Ain Defla à cause de la grande surface agricole utile, les barrages représentent de plus en plus une alternative efficace.

Le volume de barrage joue un rôle essentiel dans les années sèches et minimise la dépendance des eaux souterraines pour l'irrigation ou l'alimentation en eau potable

Exemple : le barrage de Hoover en Amérique.

- V= 45 milliards de m<sup>3</sup>
- Hauteur : 221,6 mètres
- Longueur de crête : 366 mètres



**Figure 39** : barrage de Hoover (USA, techno-science.net).

De ce fait, la wilaya d'Aïn Defla comprend 7 barrages : Barrage d'Arib ;Barrage de Ouled Mellouk ; Barrage de Ghrib ; Barrage de Derder ; Barrage de Harezza et Barrage Bouroumi.

#### **IV.3.1.3. la réalisation des canaux de transfert d'eau inter régions pour faire face aux sécheresses locales ou régionales :**

La wilaya d'Aïn Defla peut être exposée à la sécheresse, contrairement aux wilayas voisines donc la réalisation des canaux de transfert d'eau entre wilaya minimise l'impact de la sécheresse.



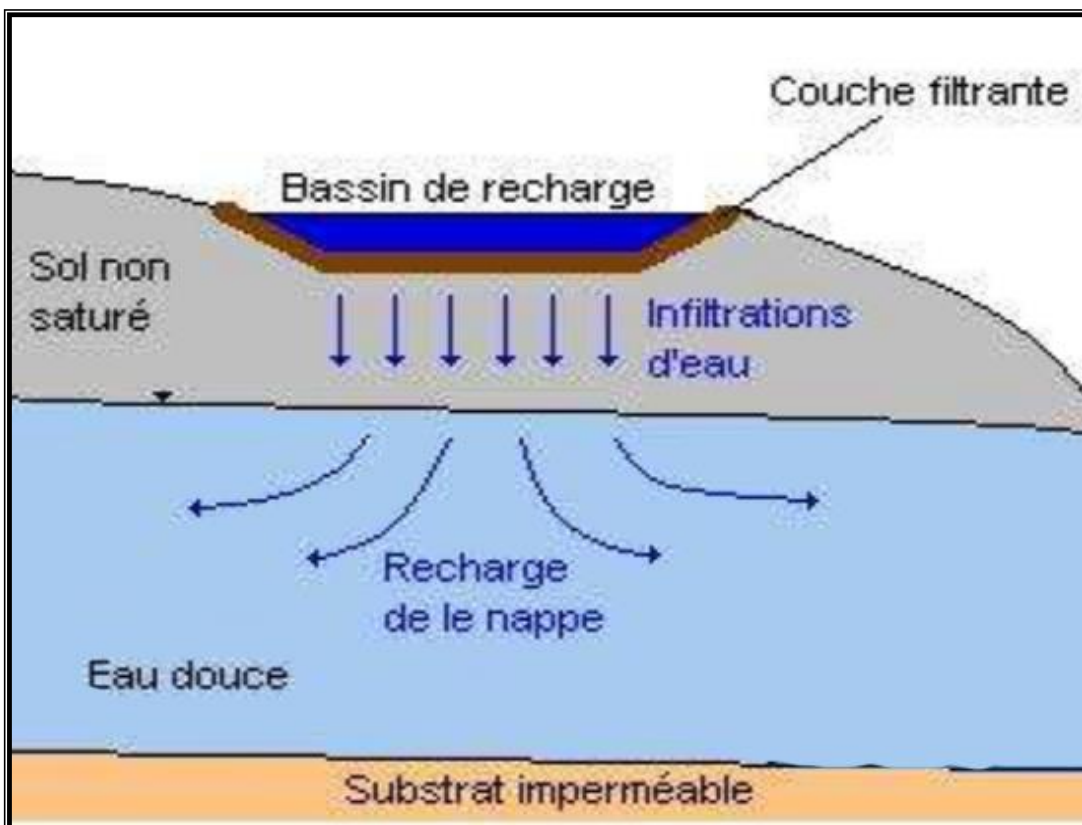
**Figure 40** : canal d'eau au nord de peninsula (Crimean news agency, October 2018).



**Figure 41** : canaux d'eau (Mathieu Colin 2009, France).

#### IV.3.1.4. la mobilisation des ressources en eau superficielles et souterraines :

Par la réalisation des petites digues dans l'aval des oueds qui ont un écoulement temporaire pour le stockage d'eau des pluies et la recharge des nappes souterraines.



**Figure 42** : schéma explicatif de la mobilisation des eaux superficielles et souterraines.



**Figure 43 :** Ouvrages hydrauliques et Barrages (Iha de Santiago, Cabo Verde 2013).

#### **IV.3.1.5. L'utilisation des méthodes d'irrigation économiques d'eaux :**

Au lieu de réduire les superficies agricoles, l'utilisation des méthodes d'irrigation économiques assure la bonne gestion des ressources en eau dans les périodes sèches, quand la pluviométrie n'est pas suffisante.

Techniques d'irrigation économiques :

- Arroseur rotatif.
- Micro-aspersion dynamique.
- Goutteurs.



**Figure 44 :** système d'irrigation Micro-aspersion dynamique (martineau-irrigation.fr).

### **IV.4. L'information de la population pour prévenir des risques de pénurie**

#### **IV.4.1. Conseils à destination des particuliers :**

- Sensibiliser dans les écoles sur les règles d'hygiène et les pratiques d'économie d'eau.
- Restreindre les usages secondaires (arrosage, nettoyage des voitures, terrasses...).



- Diffuser des conseils pour l'économie d'eau :

#### IV.4.2. Pour le jardin :

- ✓ Récupérer l'eau de pluie pour l'arrosage.
- ✓ Arroser tard le soir pour réduire les pertes par évaporation. Interdire certaines heures ou certaines périodes de l'année pour l'arrosage.
- ✓ Ne pas arroser les pelouses pendant les périodes de grandes sécheresses, elles reverdiront dès les premières pluies.
- ✓ Tenir compte de la pluie prévue ou déjà tombée.
- ✓ Un binage de sol = deux arrosages.

#### IV.4.3. Pour la maison :

- ✓ Préférer les chasses d'eau « économes » qui ne consomment que 7 litres contre 10 à 20.
- ✓ Préférer les pommes de douches faiblement consommatrices avec variateur de température pour éviter de laisser couler l'eau jusqu'à ce qu'elle soit chaude.
- ✓ Réduire le temps des douches et, d'une façon générale, le temps d'utilisation des points d'eau (lavage des dents ou des mains...).
- ✓ Utiliser des mousseurs-aérateurs qui réduisent les débits des robinets tout en gardant une grande efficacité de rinçage...
- ✓ Préférer les lave-vaisselle et lave-linge à faible consommation.
- ✓ Ne faire tourner les lave-linge et lave-vaisselle que lorsqu'ils sont pleins.
- Supprimer les fuites :
  - ✓ Chasse d'eau ou robinet qui fuit = 30 à 50 m<sup>3</sup> par an.
  - ✓ Changer les joints des robinetteries pour éviter les fuites.

#### IV.4.4. Conseils à destination des touristes :

- Informer les touristes par des tracts de la situation de sécheresse.
- Pour les hôtels, ne remplacer que le linge de toilette réellement utilisé.
- Afficher dans les mairies et dans les lieux publics des rappels des mesures d'économie d'eau.
- Sensibiliser les plaisanciers à une utilisation économe de l'eau dans les ports de plaisance.
- Interdire l'utilisation des bouches d'incendie pour des usages privés (**guide de sècheresse AEP HERAULT, 2007**).

#### IV.4.5. Utilisation de camions-citernes :

Le principe est d'alimenter en eau les réservoirs du réseau défaillant à l'aide de camions-citernes, les camions-citernes doivent être à usage alimentaire, de même que les tuyaux utilisés pour leur remplissage, ils sont remplis par de l'eau provenant d'un autre réseau d'eau destinée à la consommation humaine.

L'avantage de cette solution est qu'elle permet de garantir une continuité quantitative de l'alimentation en eau.

Toutefois, généralement on considère par précaution que l'eau n'est plus potable après passage en citerne ou en bâche et ne peut plus être utilisée pour les usages alimentaires (boisson et préparation des aliments).

Par contre, il est nécessaire de prendre en compte le délai de la mise en œuvre de cette solution qui peut être long.



**Figure 45** : alimentation par camions citernes sècheresse (amthorinternational.com).

À la fin de ce chapitre il ne nous reste qu'à mettre en évidence que la sécheresse est en état de croissance, elle s'accroît jour après jour, ce qui oblige le pays à fournir plus d'efforts pour l'adaptation au changement climatique pour mettre en priorité majeure.

## **Conclusion générale**

---

Jusque-là, ce travail consiste à répondre à la question de départ, commençant par des initiations sur la sécheresse qui sera, après les dégâts engendrés, reconnu comme une catastrophe naturelle, avec autant d'impacts néfastes sur l'environnement et des menaces réelles sur les ressources en eau, cette dernière est affectée par plusieurs facteurs directs ou indirects qui contribuent à l'émergence de la sécheresse tels que les facteurs climatiques, sociaux économiques et politiques gouvernementales, les conséquences seraient lourdes sur la disponibilité et l'approvisionnement en eau, la rareté de la ressource hydrique est l'ultime phase de la sécheresse.

Pour la description de la zone d'étude choisie (la wilaya de Ain Defla), plusieurs documents ont permis de définir les caractéristiques de la zone d'étude (la géologie, le climat, la précipitation, la température, l'humidité, le vent, le rayonnement solaire et la pédologie), donc à partir de ces caractéristiques on a étudié le phénomène de la sécheresse au niveau de cette wilaya dont le but est d'évaluer et gérer ce risque et leurs impacts à cause de l'évolution de phénomène de la sécheresse qui s'accélère selon un rythme d'alternance soit deux années très sèches suivis par une quinquennale modérément sèche puis deux années modérément humides à normale, face à cette situation, l'alternative consiste à la prise en charge d'un certain nombre d'actions d'une extrême urgence car selon les résultats obtenus par cette analyse confirme l'hypothèse de départ.

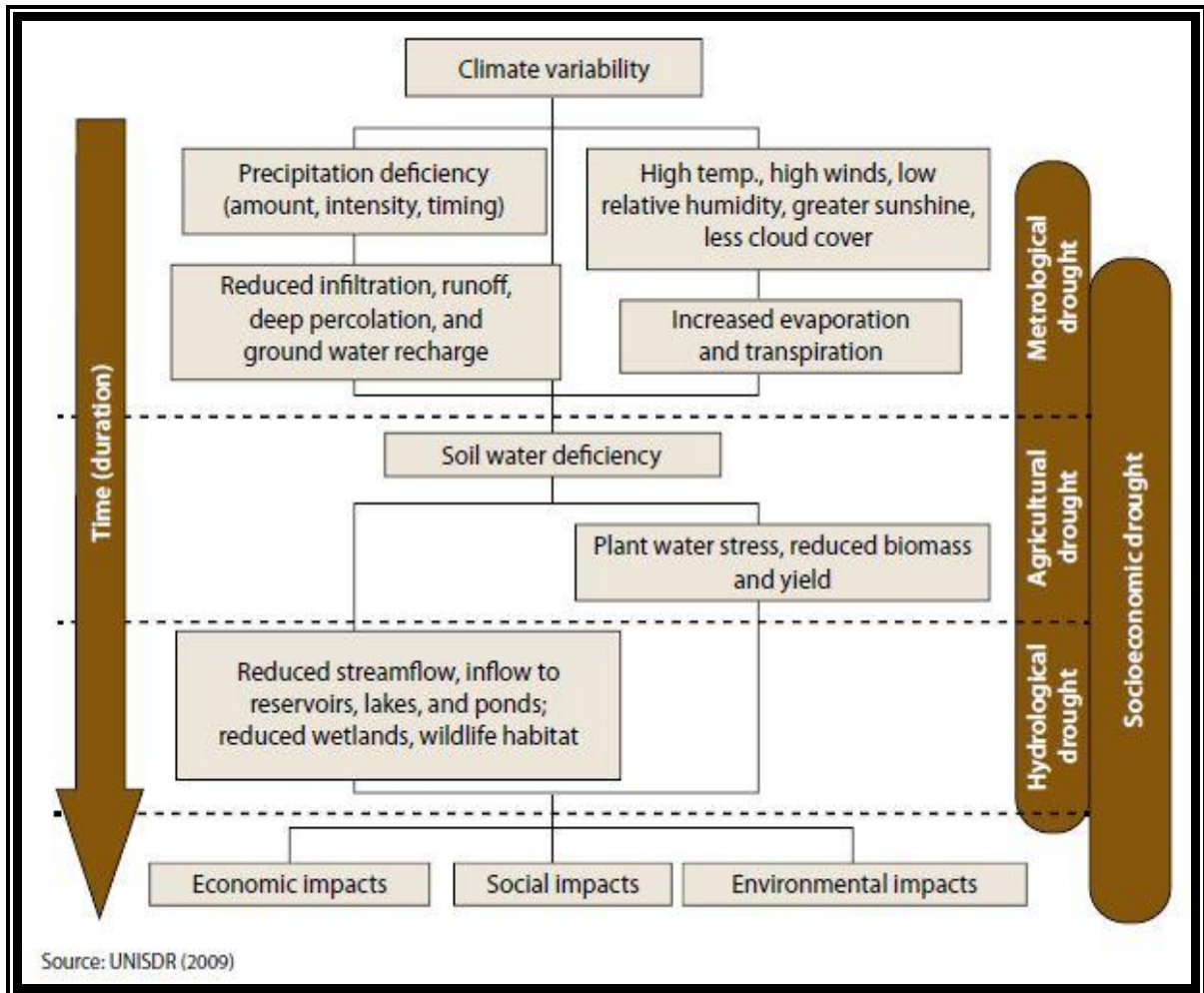
À la fin il nous reste qu'à mettre en évidence que la sécheresse dans la wilaya de Ain Defla, présente une région du pays qui souffre presque entièrement de la sécheresse, qui est en état de croissance, elle s'accroît jour après jour avec les mauvaises pratiques humaines en matière de l'utilisation de l'eau, ce qui oblige le pays, voire l'Afrique du Nord à appliquer les solutions de réduction de l'aléa de sécheresse dès à présent, rassembler tous les efforts possibles pour adapter la situation du risque de sécheresse et de pénurie en eau au changement climatique subi dans les régions menacées.

## Bibliographie

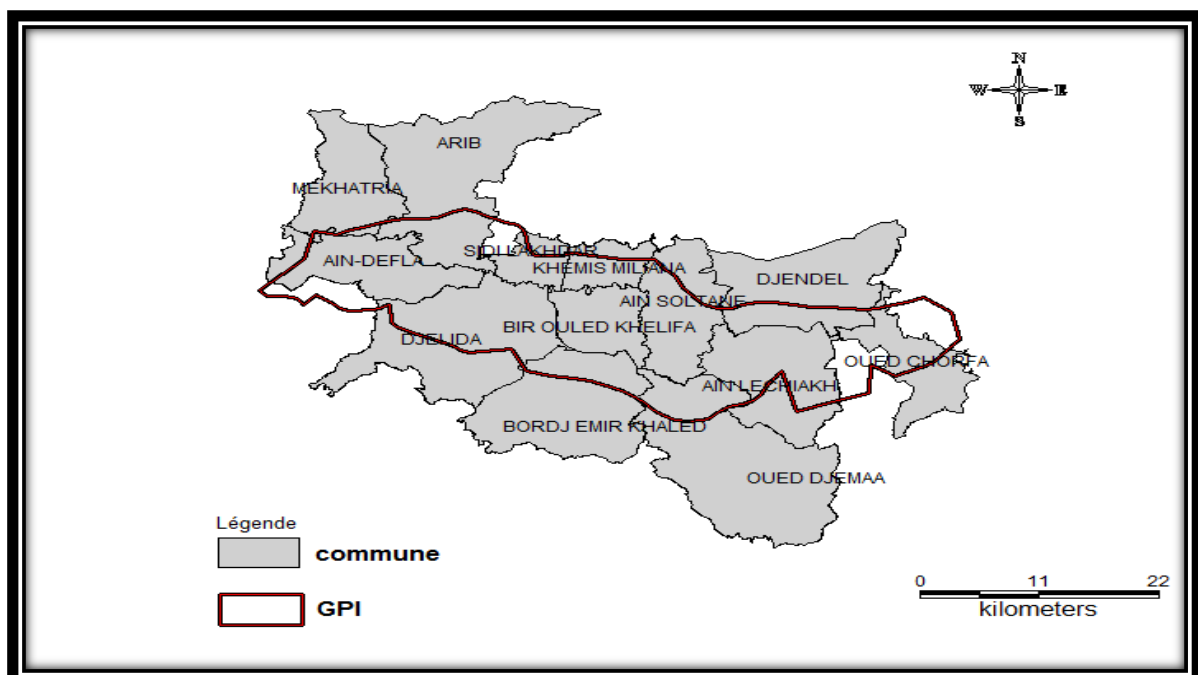
- [1] **A.N.R.H** : Agence Nationale des Ressources Hydriques BLIDA.
- [2] **Aghrab A., 2003** : Caractérisation de la sécheresse et élaboration des indicateurs climatiques pour son alerte précoce dans la région de Saïss. Mémoire de fin d'études. École Nationale d'Agriculture de Meknès, Maroc.
- [3] **ANDI-2015** : Agence nationale de Développement de l'Investissement 2015, invest algeria p08.
- [4] **Bouillin et al, 1970** : Les olistostromes d'age miocene inferieur lies aux flyschs allochtones kabyles de l'orogene alpin d'Algerie, 1970.
- [5] **Chloé, 2013** : Impact du changement climatique sur la fréquence et l'intensité des sécheresses en Bretagne, chloé lamy 2013.
- [6] **Djouane S, Haggi A, 2015** : Etudes de la sécheresse climatique dans les hauts plateaux de l'Algérie, par deux approches : analyse statistique et image satellitaires, mémoire de master, université hamma Lakhdar d'el oued, P5.
- [7] **DSA** : Direction des Services Agricoles Situation géographique de la wilaya d'ain defla, présentation de la wilaya d'ain defla 2018.
- [8] **Durand Delga M., (1969)** : Mise au point sur la structure de Nord-Est de la Berberie .Bull. Serv. Geol. Algérie, 39, P .89-131.
- [9] **Glangeaud L., (1932)** : Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. Thèse Doctorat Es Sciences. Paris et Bull. Serv. Carte géol. Alger, 2ème série, strat, N° 8.
- [10] **Guide de sècheresse AEP HERAULT, (2007)** : Guide de sècheresse AEP HERAULT, version ARS DDTM 2007.
- [11] **Guttman, (1994)**: Department of Economics, Bar-Ilan University, Ramat-Gan 52 900, Palestine.
- [12] **GWP-CEE**: Global Water Partnership Central and Eastern Europe, 2015. Guidelines for the preparation of drought management plans. Development and implementation in the context of the EU Water Framework Directive. GWP, Stockholm, Sweden.
- [13] **Kazi Tani N. (1986)** : Évolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intra plaque nord- Algérien. Approche méga séquentielle. Thèse, 886, Pau.
- [14] **KAZI-TANI, 1986** : cinématique des plaques et tectonique enter plaques : exemples des chaines intracontinentale de nord d'Afrique 9eme R.A.S p. 214-215.
- [15] **Mc Kee et al., (1993)**: McKEE T.B., DOESKEN N.J., KLEIST J. (1993). The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scale. 8th Conference on Applied Climatology, 179-184.

- 
- [16] **OMM-N° 1006** : © 2006, Organisation météorologique mondiale ISBN 92-63-21006-3.
- [17] **Pischke F. and Stefanski, R, 2018**: Integrated Drought Management Initiatives, Chapter 3 in D.
- [18] **PNUD** : Programme des Nations Unies pour le développement.
- [19] **Saadallah A., (1992)** : Le massif cristallophyllien d'El-Djazair (Algérie): Evolution d'un charriage à vergence Nord dans les Internides des Maghrébides. -Thèse 3eme cycle, Univ. D'Alger. 160p.
- [20] **Wilhite, D., and Pulwarty, R.S., 2017**: Drought and water crises: Lessons drawn, some lessons learned, and the road ahead. Chapter 24 in Wilhite D. and R. Pulwarty (Eds .) Drought and Water Crises: Integrating Science, Management and Policy 2nd Edition CRC Press Taylor and Francis pp. 513-525.
- [21] **Zafar Adeel, Uriel Safriel, David Niemeijer, and Robin White, 2005** : Synthèse sur la Désertification

**Annexe N°I-1:** Relationship between Meteorological, Agricultural, Hydrological and Socio-Economic Drought.



**Annexe N°II-1:** périmètre grand d'irrigation dans le haut cheliff.



**Annexe N°IV-1 : localisation géographiques des stations pluviométriques.**

<b>Code de station</b>	<b>Nom de station</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
011804	AIN DEFLA	434.6	329.9	270
011702	ARIB CHELIFF	439,5	332,55	230
011603	BORDJ EL AMIR AEK	461.1	285.3	1080
011405	GHRIB BGE	487,25	318,4	460
011717	EL KHEMIS ANRH	456,2	329	300
011707	MILIANA	471,73	355,595	715

Source ANRH.