

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة الجيلالي بو نعامة خميس مليانة  
Université Djilali Bounaama-Khemis Miliana  
كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et de sciences de la terre  
Département : Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de *Master*  
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité : Aménagement hydro-agricole

***Etude de la sécheresse agricole dans le bassin de  
l'Algérois : Caractérisation et Occurrence***

Présenté par :

- Deboukh Amel
- Becharef Fatima Zahra

Soutenu le : 08-07-2019

Devant le Jury :

Président :	M <sup>f</sup>	Merouche Abdelkader	MCB	UDB Khemis-Miliana
Encadreur :	M <sup>lle</sup>	Karahaçane Hafsa	MAA	UDB Khemis-Miliana
Examineurs :	M <sup>lle</sup>	Matene Chahrazed Naziha	MAB	UDB Khemis-Miliana
	M <sup>f</sup>	Imessaoudene Yacine	MAA	UDB Khemis-Miliana

Année universitaire : 2018–2019

# Remerciements

*On rend grâce à dieu le surpuissant pour nous avoir donné la force et les moyens afin de terminer ce travail, on remercie aussi toutes les enseignantes et tous les enseignants qu'on a croisé durant notre cursus. On tient à remercier particulièrement Mlle KARAHACANE Hafsa pour ses orientations et pour le temps qu'elle nous a accordé. On remercie Mlle MATENE pour son aide.*

*On vous remercie tous.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mon père, qui peut être fier des résultats de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.*

*Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*A mes chers frères Nouredine, Mohamed et ma sœur Chahrazed.*

*A mes chers amis Khadîdja, Amina, Hasiba, Chahinez, Mariam.*

*A toute la promotion Aménagement hydro-agricole 2018-2019.*

*Fatima Zahra*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail en signe de*

*Reconnaissance à :*

*Ma famille, et surtout ma chère mère qui m'a*

*Toujours encouragé*

*A mon meilleur frère Madjid*

*A ma sœur Houda.*

*A ma promotion d'A.H.A - 2019*

*A tous mes amis*

*Amel Deboukh*

## Résumé

Ce travail porte sur une étude d'évolution de la sécheresse entre les années 1979 et 2013 dans le bassin versant de l'Algérois et qui a pour objectif l'étude de sécheresse météorologique et agricole, son intensité et son occurrence.

L'indice standardisé de précipitation (SPI), l'indice de l'écart à la moyenne (EM), le rapport à la normale des précipitations (RN) et l'indice d'aridité (I) sont utilisés pour comprendre l'importance et l'évolution de la sécheresse sur l'ensemble du bassin, ces méthodes ont fait leurs preuves comme indicateurs intéressants du phénomène.

Le SPI nous a amenés à conclure que L'année 2001 été l'année la plus touchée par la sécheresse, tandis que les années 1979 ,1980 ,2013 étés les moins touchée par la sècheresse. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls montre que la sécheresse durant l'année apparait du mois de mai jusqu'à octobre. A partir du calcul de l'indice de Thornthwaite, les classes dominantes sur les stations sont les classes B2 Humide et B3 Humide. Les calculs d'indice d'aridité de De Martonne ont montré que le type de climat des 8 stations varie entre semi-aride et semi-humide.

L'indice de sécheresse saisonnier (SDPS) montre que le pourcentage de classe BBB est le plus élevé avec une bonne pluviométrie durant le cycle végétatif dans la station de Cherchell.

**Mots clé :** Sécheresses ; indices climatiques ; SDPS ; Algérie.

## **Summary**

This work focuses on the study of the evolution of the drought between the years 1979 and 2013 in the Algiers watershed and which aims at the study of meteorological and agricultural drought, its intensity and its occurrence.

The Standardized Precipitation Index (SPI), the Mean Deviation Index (EM), the Normal Precipitation Ratio (RN) and the Aridity Index (I) are used to understand the importance and the evolution of the drought on the whole basin, these methods proved their worth as interesting indicators of the phenomenon.

The SPI led us to conclude that 2001 was the most affected year by drought, while the years 1979, 1980, 2013 were the least affected by drought. Ombrothermal diagram of Gaussen and Bagnouls shows that drought during the year appears from May to October. From the calculation of the Thornthwaite index, the dominant classes on the stations are the classes Wet B2 and Wet B3. De Martonne's aridity index calculations showed that the type of climate of the 8 stations varies between semi-arid and semi-humid.

The Seasonal Drought Index (SDPS) shows that the BBB class percentage is the highest with a good rainfall during the growing season in the Cherchell station.

**Keywords:** Droughts; climate indices; SDPS; Algeria.

ملخص:

يركز هذا العمل على دراسة تطور الجفاف بين عامي 1979 و2013 بحوض الجزائر، والذي يهدف إلى دراسة الجفاف في الأرصاد الجوية والزراعية وكثافته وحدوثه.

يتم استخدام مؤشر الهطول القياسي (SPI)، مؤشر الانحراف المتوسط (EM)، ونسبة الهطول الطبيعي (RN) ومؤشر الجفاف (I) لفهم أهمية وتطور الجفاف على الحوض كله، أثبتت هذه الأساليب قيمتها كمؤشرات مثيرة للاهتمام لهذه الظاهرة.

قادنا SPI إلى أن نستنتج أن عام 2001 كان العام الأكثر تأثراً بالجفاف، بينما كانت الأعوام 1979، 1980 و2013 هي الأقل تأثراً بالجفاف. يوضح الرسم التخطيطي Bagnouls . Gausse . diagram Ombrothermal أن الجفاف خلال العام يظهر من ماي إلى أكتوبر. من حساب مؤشر Thornthwaite ، فإن الفئات السائدة في المحطات هي الفئات رطب B2 و رطب B3. أظهرت حسابات مؤشر دي مارتون للجفاف أن نوع المناخ في المحطات الثمانية يتراوح بين شبه القاحلة وشبه الرطبة.

يوضح مؤشر الجفاف الموسمي (SDPS) أن النسبة المئوية لفئة BBB هي أعلى نسبة مع هطول أمطار جيد خلال موسم النمو في محطة Chercheil.

**الكلمات الرئيسية:** الجفاف؛ مؤشر المناخ؛ SDPS؛ الجزائر.

## Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre I: Recherche Bibliographique	
I.1. Introduction	3
I.2. Phénomènes extrêmes	3
I.3. Sécheresse	3
I.3.1. Définition	3
I.3.2. Définition climatologues	4
I.3.3. Définition économique	4
I.4. Type de sécheresse	4
I.4.1. Relation entre les différents types de sécheresse	6
I.5. Sécheresse agricole	6
I.5.1. Définition	6
I.6. Facteurs responsables de la sécheresse agricole	7
I.6.1. Changement climatique et la sécheresse	7
I.6.2. Principales sources alimentent le risque de sécheresse	8
I.7. Impacte de sécheresse	8
I.7.1. Sur l'économie.	9
I.7.2. Conséquences sociales	9
I.7.3. Conséquences sur la santé	10
I.7.4. Impact de la sècheresse sur les paramètres agronomiques du blé :	10
I.8.Caractérisation de sécheresse	10
I.9. Indices de sécheresse	11
I.9.1. Définition	11
I.9.2. Indices bioclimatiques : une manière simple d'appréhender le niveau de la sécheresse "atmosphérique"	11
I.10. Prévision de la sécheresse	13

I.11. Gestion de la sécheresse	13
I.12. Sécheresse en Algérie	14
I.13. Conclusion	16
Chapitre II: Présentation de la zone d'étude	
II.1. Introduction	17
II.2. Situation Géographique et Topographique	17
II.3. Situation Climatique	18
II.4. Ressource en eau	22
II.4.1. Ecoulement dans le bassin versant	22
II.4.2. Production agricole	23
II.5. Conclusion	24
Chapitre III: Données et Méthodes	
III.1. Introduction	26
III.2. Données	26
III.2.1. Précipitation et température	26
III.2.2. Rendement	26
III.3. Méthodologie	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.3.1. Choix des indicateurs	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.3.2. Indice	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.3.2.1. Indice climatique de sécheresse	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.3.2.2. Indice Evapotranspiration potentielle Thornthwait (Lebourgeois et Piedallu.2005).	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.3.2.3. Indice de sécheresse agricole	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.4. Conclusion	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Chapitre IV: Résultats et Interprétations	
IV.1. Introduction	34
IV.2. Indice d'aridité de De Martonne	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

IV.3. Indice d'humidité de Thornthwaite _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.4. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls _____	34
IV.5. Rapport à la normale des précipitations (RN) _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.6. Ecart à la moyenne (EM) _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.7. Intensité de la sécheresse _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.7.1. Déficit hydriques par l'indice de précipitation standardisé (SPI-9)	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.7.2. Déficit hydriques par l'indice de précipitation standardisé (SPI-3)	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.8. Caractérisation de la sécheresse _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.8.1. Classe SPI-9 _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.8.2. Classe SPI-3 _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.9. Probabilité d'occurrence de la sécheresse _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.9.1. Probabilité d'occurrence des années sèche pour le SPI-9	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.9.2. Probabilité d'occurrence des années sèche pour le SPI-3	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.10. Indice de sécheresse saisonnier SDPS _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.11. Discussion générale _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.11.1. Rapport à la normale des précipitations (RN%) et l'indice standardisé de précipitation (SPI-9) _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.11.2. Comparaison entre l'indice de précipitation standardisé SPI-9 et SPI-3	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.11.3. L'indice d'aridité De Martonne et indice d'humidité de Thornthwaite	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.12. Conclusion _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Conclusion générale _____	56
Bibliographie _____	58



## Liste des Tableaux

Tableau 1. Liste non exhaustive des différents indices bioclimatiques trouvés dans la littérature et utilisables dans les études (Lebourgeois et Piedallu, 2005) _____	11
Tableau 2 - Quelque indice métrologique _____	12
Tableau 3 - Indice d'humidité du sol _____	12
Tableau 4 - Indice de télétidaction (OMM ,2016) _____	12
Tableau 5 - Représentation de la précipitation et la température moyenne annuelle des 08 stations étudiées _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 6 - Principal aquifère du pays qu'est la Mitidja est également situé dans le bassin _	22
Tableau 7 – Superficie cultivée, production et rendement de céréale des wilaya d'Alger, Blida et Tipaza (Source : DSA 2014-2015) _____	23
Tableau 8 - Production agricole dans la wilaya d'Alger pour l'année 2015-2016 _____	23
Tableau 9 - Production agricole dans la wilaya de Blida pour l'année 2014-2015 _____	24
Tableau 10 - Le rendement de l'orge durant 18 ans (2000-2014) _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 11 - Classification du SPI proposée pour l'assurance indexée [11]_____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 12 - Classification d'indice d'aridité de De Martonne _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 13 - Les classes de Throntwait _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 14 - Classification établit sur la base du déficit pluviométrique saisonnier _____	33
Tableau 15 - Indice de De Martonne pour les stations étudiées _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 16 - Indice d'humidité de Thornthwaite (1979-2013) _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 17 -Répétition de catégorie de SPI-9 de la sécheresse pour les 08 stations _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 18 - Occurrence des années sèches du SPI-9 pour les stations étudiées (1979-2013) _____	42
Tableau 19 - Probabilité d'occurrence des années sèches du SPI-9 pour la période de (1979-2013) _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 20 - Répétition de catégorie de SPI-3 de la sécheresse pour les 08 stations _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 21 - Occurrence des années sèches du SPI-3 pour les stations étudiées (1979-2013) _____	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 22 - Probabilité d'occurrence des années sèches par indice SPI-3 pour la période de (1979-2013) _____	44

Tableau 23 -Seuil de sécheresse saisonnière (1979– 2013) \_\_\_\_\_ **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 24 -Classement de sécheresses agricole identifié par l'indice SDPs pour toutes les stations pour la période de 1979 à 2013 \_\_\_\_\_ **Erreur ! Signet non défini.**

## Liste des Figures

Figure 1 - Les type de sécheresse avec des définitions simple _____	5
Figure 2 - Relation entre les différents types de sécheresse [6] _____	6
Figure 3 - la zone d'étude (bassin Algérois) et repération des stations [29]_____	17
Figure 4 - La variabilité de précipitation du 1er groupe de stations étudiées (1979 – 2013) _	18
Figure 5 - Variabilité de précipitation du 2ème groupe de stations étudiées (1979 – 2013) _	19
Figure 6 - Variabilité de température du 1er groupe de stations étudiées (1979 – 2013)____	19
Figure 7 - Variabilité de température du 2ème groupe de stations étudiées (1979 – 2013) __	20
Figure 8 - Humidité relative du 1er groupe de stations étudiées (1979 – 2013)_____	20
Figure 9 - Humidité relative du 2ème groupe de stations étudiées (1979 – 2013) _____	21
Figure 10 - variation de précipitation durant la période de 1979 à 2013 _____	21
Figure 11 - Réseau hydrographique du bassin Algérois [28] _____	22
Figure 12 - Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1953) _____	30
Figure 13 - Diagramme ombrothermique Gausсен et Bagnouls des stations étudiées	<b>Erreur !</b>
<b>Signet non défini.</b>	
Figure 14 - Evolution de l'indice RN% pour le groupe 1 des stations (1979-2013) __	<b>Erreur !</b>
<b>Signet non défini.</b>	
Figure 15 - Evolution de l'indice RN% pour le groupe 2 des stations (1979-2013) __	<b>Erreur !</b>
<b>Signet non défini.</b>	
Figure 16 - Evolution de l'écart à la moyenne des précipitations pour le groupe 1 ____	<b>Erreur !</b>
<b>Signet non défini.</b>	
Figure 17 - Evolution de l'écart à la moyenne des précipitations pour le groupe 2 ____	<b>Erreur !</b>
<b>Signet non défini.</b>	
Figure 18 - Evolution de SPI-9 pour le 1 groupe de stations étudiées (1979-2013)____	<b>Erreur !</b>
<b>Signet non défini.</b>	
Figure 19 - Evolution SPI-9 pour le 2 groupe de stations (1979-2013)	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 20 - Evolution de SPI-03 Automne pour le groupe 1 (1979-2013)	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 21 - Evolution de SPI-03 Automne pour le groupe 2 (1979-2013)	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

Figure 22 - Evolution de SPI-03 hiver pour le groupe 1 (1979-2013)**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 23 - Evolution de SPI-03 hiver pour le groupe 2 (19879-2013)**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 24 - Evolution de SPI-03 printemps pour le groupe 1 (1979-2013)**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 25 - Evolution de SPI-03 printemps pour le groupe 2 (1979/2013)**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 26 - Classification des séquences de sécheresse pour (SPI-9) en (%)**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 27 - Classification de type de sécheresse selon (SPI-3) automne en (%) \_\_\_\_\_**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 28 - Classification de type de sécheresse selon (SPI-3) hiver en (%)**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 29 - Classification de type de sécheresse selon (SPI-3) printemps en (%) \_\_\_\_**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 30 -Variation de SDPs (%) par apport à la pluie cumul (SPI-3 Automne) pour les stations étudiées (1979-2013) \_\_\_\_\_ **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 31 -Variation de SDPs (%) par apport à la pluie cumul (SPI-3 Hiver) pour les stations étudiées (1979-2013) \_\_\_\_\_ **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 32 -Variation de SDPs (%) par apport à la pluie cumul (SPI-3 Printemps) pour les stations étudiées (1979-2013) \_\_\_\_\_ **Erreur ! Signet non défini.**

# **Introduction générale**

## Introduction générale

Le climat est un facteur très important, Aujourd'hui, les questions du changement climatique font l'objet d'une attention considérable des chercheurs du monde. Scientifiques, décideurs et gouvernements du monde entier cherchent à comprendre la nature des changements et des défis auxquels ils doivent faire face.

L'effet du réchauffement climatique ne fait qu'augmenter par l'apparition des phénomènes météorologiques extrêmes (par exemple, les inondations, les sécheresses et les tempêtes de pluie) Les changements climatiques globaux entraîneraient une aridité croissante dans les régions sèches provoquant la dégradation du couvert végétal t entraînant par là même un processus de désertification (**Nedjraoui et al. 2009**)

Les sécheresses parmi d'autres phénomènes liés de près aux changements climatiques, touchent de plus en plus les quatre coins du globe (**Pereira et al. 2009**).

L'Afrique a connu également des grandes sécheresses qui ont provoqué de grandes catastrophes humaines et économiques. Ainsi par exemple l'Ethiopie et la Somalie sont deux régions qui ont connu des événements climatiques particulièrement dramatiques durant ces vingt dernières années (**Medejerab & henia, 2011**).

En Algérie, la vulnérabilité aux changements climatiques s'exprime à travers plusieurs aspects : explosion démographique, diminution probable des écoulements des eaux, la rareté des ressources, la dégradation des infrastructures hydrauliques...etc. (**Nichane & khelil, 2015**).

L'Algérie a connu, au cours de ces vingt dernières années, une sécheresse intense et persistante. Cette sécheresse, caractérisée par un important déficit pluviométrique, a touché l'ensemble de l'Algérie et plus particulièrement sa partie nord- occidentale (**Khoualdia & Hammar, 2017**). Elle est caractérisée par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien [1].

Ce travail a comme objectif de faire l'étude de la sécheresse agricole dans le bassin versant de Algérois situé au nord du pays, Alors la question posée à ce qu'il ya une sécheresse

agricole dans le bassin algérois, et l'orsque il y a une sécheresse comment caractériser cette sécheresse et à partir de quoi ? Alors dans ce travail nous avons essayé de reprendre cette question par

La méthodologie de l'application des indices métrologiques et agricoles à partir des données mensuelles de précipitation et température. Il se décline sous quatre chapitres :

**Le premier chapitre**, donne un aperçu bibliographique général sur la sécheresse, et cite quelques études analogues réalisées en Algérie.

**Le second chapitre** elle contient la présentation de la zone d'étude à partir de carte et quelque information sur le climat.

**Le troisième chapitre** montre la méthode utiliser pour les calcule à partir des données climatiques de la précipitation et la température durant 34 ans (1979 à 2013) et les indices calculés.

**Le quatrième chapitre** en va voir le résultat de calcule les indice et l'interprétation de ce résultat.

**Chapitre I :**  
**Recherche**  
**bibliographique**

## I.1. Introduction

La sécheresse est l'un des risques naturels importants c'est la cause d'un grave problème aux sociétés humaines et aux écosystèmes, de génération en génération (**Khezazna et al, 2017**). L'Algérie au cours de ces vingt dernières années, une sécheresse intense et persistante, caractérisée par un important déficit pluviométrique, a touché l'ensemble de l'Algérie (**Medejerab et Henia, 2011**). Le premier chapitre consiste à présenter des Généralité sur la sécheresse précisément la sécheresse agricole la définition, les types, les cause et les conséquences, la caractérisation, méthode de prévision et de détermination, la gestion de cette sécheresse.

## I.2. Phénomènes extrêmes

La variabilité naturelle du climat a toujours donné lieu à des phénomènes extrêmes. Vagues de chaleur, pluies torrentielles, inondations, sécheresse extrême, cyclones tropicaux ...etc. [1]. Une augmentation des températures moyennes mensuelles ou annuelles se traduirait par une augmentation du nombre de jours dont les températures dépasseraient certains seuils. Les températures élevées conjuguées à la sécheresse constituent le plus grand danger du changement climatique global pour l'agriculture de nombreuses régions (**Khaldi, 2005**).

## I.3. Sécheresse

### I.3.1. Définition

La sécheresse est un déficit des disponibilités en eau par rapport à une situation considérée comme normale pour une période donnée et une région déterminée [2]. La sécheresse c'est un phénomène naturel n'est pas nouveau de risques importants c'est la cause d'un grave problème aux sociétés humaines et aux écosystèmes, de génération en génération (**Khezazna et al. 2017**). Liés aux changements climatiques, Elle peut être définie comme un déséquilibre naturel temporaire de la disponibilité de l'eau et consiste donc à des précipitations inférieures à la normale (**Merabti, 2018**). La sécheresse peut alors se produire lorsque la quantité de précipitations est suffisamment inférieure aux normales et depuis suffisamment longtemps empêchant le bon remplissage des nappes phréatiques. Cela peut être combiné avec des températures supérieures aux de saison et depuis suffisamment longtemps,

accélérant le phénomène d'évapotranspiration et provoquant un assèchement des sols (Arnaud, 2016). Evidemment la combinaison avec d'autres facteurs climatiques comme des facteurs élevés de température et de vent, et des valeurs peu élevées de l'humidité relative pourrait rendre le facteur sécheresse plus grave. (FAO, 1996)

La sécheresse contrairement aux autres phénomènes naturels, ne constitue pas un danger instantané, c'est un phénomène à évolution lente. Un déficit de précipitation cumulé au cours du temps peut se manifester après quelques jours, quelques mois ou sur une longue période à savoir des années (Yessef & Saltani, 2009).

### **I.3.2. Définition climatologiques**

On parle de sécheresse lorsqu'il n'y a pas de précipitations sur une zone pendant une longue période [3]. La sécheresse est un manque d'eau pluviométrique ou de réserve, de surface ou souterraine [4].

### **I.3.3. Définition économique**

La sécheresse économique est une forme de choc interne de l'offre- c'est-à-dire, une grave perturbation provoquée par des événements hors du contrôle d'un pays, et qui a des effets importants sur les variables économiques intérieures. Par définition c'est le rapportant aux effets des précipitations anormalement basses, en dehors des paramètres normaux prévus dont une économie est équipée. En tant que telle, son impact dépend de l'interaction d'un événement ou d'une anomalie météorologique avec la structure dynamique changeante et la santé d'une économie .On distingue quatre types de sécheresse : La sécheresse météorologique La sécheresse agricole ; La sécheresse hydrologique ; La sécheresse socio-économique [5].

## **I.4. Type de sécheresse**

Il existe plusieurs formes de sécheresses interdépendantes entre elle résumé dans le diagramme de la figure 1 :

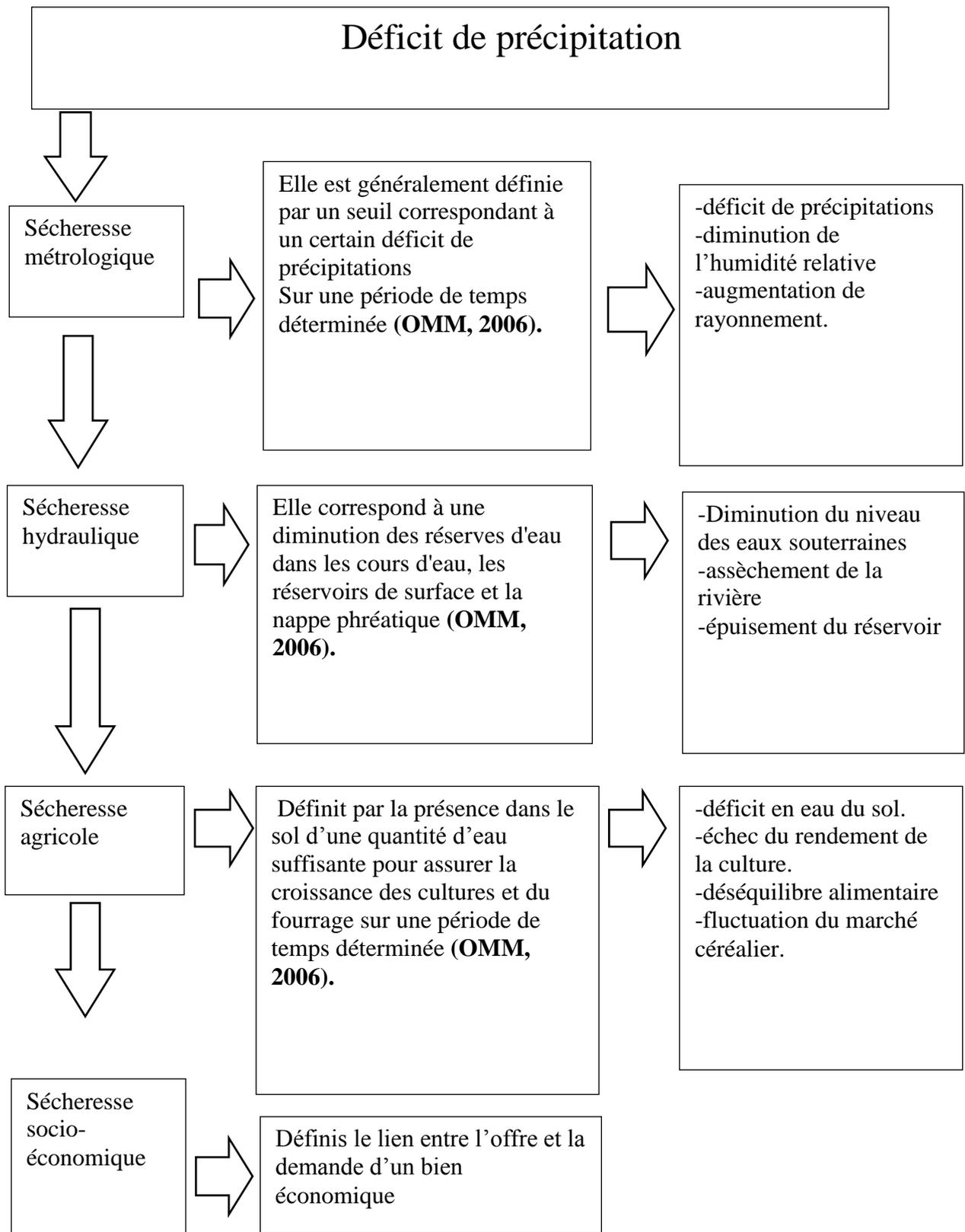
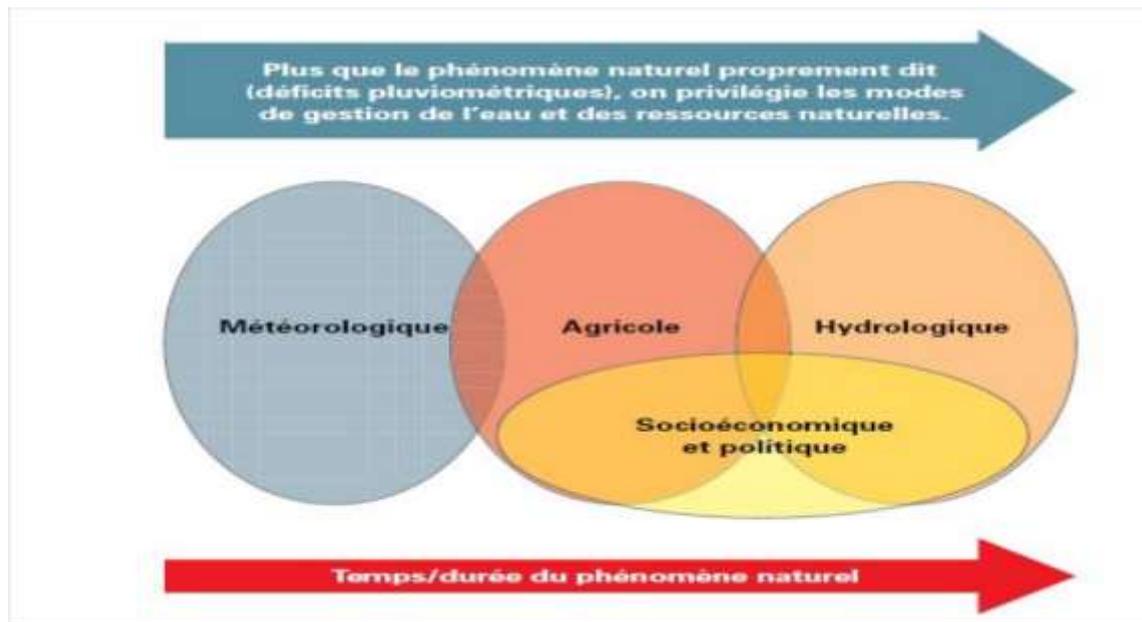


Figure 1 - Les type de sécheresse avec des définitions simple

### I.4.1. Relation entre les différents types de sécheresse



*Figure 2 - Relation entre les différents types de sécheresse [6]*

Les types de sécheresse sont inters reliés, le premier type c'est la sécheresse métrologique elle renvoie à un manque de précipitation dans une durée, ça provoque l'insuffisance dans l'humidité du sol pour compléter les besoins en eau de culture ça c'est une sécheresse agricole.

Le troisième type c'est la sécheresse hydraulique lorsque des niveaux d'eau inférieurs à la moyenne dans les lacs, les réservoirs, les fleuves, les cours d'eau et les eaux souterraines ont un impact sur les activités non agricoles comme le tourisme, les loisirs, la consommation d'eau en zones urbaines, la production d'énergie et la conservation des écosystèmes.

## I.5. Sécheresse agricole

### I.5.1. Définition

La sécheresse agricole (ou "édaphique") se réfère au sol et aux effets sur les êtres vivants. Elle correspond aux conditions pour lesquelles la hauteur et la distribution des pluies, les réserves en eau du sol et les pertes par évapotranspiration provoquent, en conjuguant leurs effets, un dysfonctionnement. Ce concept de sécheresse "édaphique" implique donc un effet négatif et, dans le cas des végétaux, on parlera généralement de "stress hydrique" et de perte

de rendement, de vitalité, de réduction de croissance voire de mortalité. C'est le concept le plus important pour le gestionnaire car de nombreuses études ont montré que cette sécheresse "édaphique", estimée à partir des calculs de bilan hydrique, joue un rôle fondamental dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers (**Lebourgeois & Piedallu, 2005**).

La sécheresse agricole c'est la sensibilité variable des cultures au cours des dans sont différents stades de développement, de la levée à la maturité Une humidité insuffisante de la couche arable lors de la plantation peut nuire à la germination, entraînant une faible population de plantes par hectare et une réduction du rendement final (**Donald & Michael, 1985**).

La sécheresse agricole c'est l'impact de la sécheresse métrologique sur le rendement de la culture, Alors la sécheresse métrologique c'est la cause de la sécheresse agricole, elle s'aggrave avec les pertes dues à l'évapotranspiration. Dans les régions où l'eau d'irrigation reste accessible et les réserves d'eau abondent, une sécheresse métrologique ne provoque pas nécessairement une sécheresse agricole. Elle porte sur l'insuffisance des précipitations, la différence entre l'évapotranspiration réelle et potentielle, et le manque en eau des sols et des réserves hydriques [6].

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, 2006**).

## **I.6. Facteurs responsables de la sécheresse agricole**

### **I.6.1. Changement climatique et la sécheresse**

Le changement climatique ce n'est pas la cause de la sécheresse par ce que la sécheresse c'est un phénomène trouvé depuis l'Antiquité, Alors c'est la cause de l'augmentation de l'intensité la sévérité et la durée de la sécheresse.

## I.6.2. Principales sources alimentent le risque de sécheresse

La faible quantité de précipitations (déficit pluviométrique) et les températures élevées sur une période prolongée.

La sécheresse peut alors se produire lorsque la quantité de précipitations est suffisamment inférieure aux normales et depuis suffisamment longtemps empêchant le bon remplissage des nappes phréatiques. Cela peut être combiné avec des températures supérieures aux normales de saison et depuis suffisamment longtemps, accélérant le phénomène d'évapotranspiration et provoquant un assèchement des sols (**Arnaud, 2006**).

- ✓ Les activités humaines vont accentuer la sécheresse [6].
- ✓ L'exploitation des ressources naturelles a été très intensive et de façon irrationnelle provoquant ainsi un désordre dans l'équilibre des écosystèmes naturels.
- ✓ L'Homme est en grande partie responsable de cette détérioration, mais il en est également la victime, contraint de vivre dans des écosystèmes naturels fragiles (**Yahiaoui, 2011**)

## I.7. Impacte de sécheresse

- ✓ Une réduction des ressources végétales.
- ✓ Une réduction des parcours et des cultures.
- ✓ La destruction des écosystèmes.
- ✓ La diminution des rendements des cultures.
- ✓ La sécheresse entraîne un assèchement des cours d'eau, des lacs et des barrages naturels, le niveau des nappes superficielles et souterraines baisse
- ✓ La rareté de l'eau pour la consommation humaine et animale
- ✓ Les sols sont décapés et érodés.
- ✓ Désertification Processus par lesquels une zone déjà aride devient encore plus stérile, moins apte à conserver la végétation et évolue progressivement vers un désert. La désertification est souvent la cause de catastrophes sur le long terme.
- ✓ Famine, pénurie alimentaire ou déficit de récolte : le manque de nourriture est dû à une réduction anormale des récoltes, devenant insuffisantes pour satisfaire les besoins alimentaires ou économiques de la communauté.

- ✓ Epidémies : une alimentation insuffisante mine la résistance des personnes aux maladies et accroît les épidémies de maladies prévisibles. Le manque d'eau, qui force les personnes à utiliser de l'eau pas potable, favorise le développement de maladies.
- ✓ Migrations de populations : Les problèmes de sécurité alimentaire peuvent pousser les personnes à se déplacer vers d'autres zones
- ✓ Des dommages matériels aux bâtiments (fissures, décollement) souvent causés par le phénomène de retrait-gonflement des argiles. (Yahiaoui, 2011 et [7])

### **I.7.1. Sur l'économie [7].**

- ✓ L'aggravation du chômage, l'élargissement de la précarité et de la pauvreté dans les zones rurales.
- ✓ L'intensification de l'exode rural et de l'immigration.
- ✓ **Irrigation** : Pertes économiques importantes (rendements en forte baisse si apport d'eau insuffisant).
- ✓ **Elevage** : Crise fourragère, augmentation des prix des aliments pour le cheptel. Certains éleveurs. Réduisent le nombre de bêtes pour pouvoir les nourrir. Problème d'alimentation en eau du Bétail possible dans certaines zones.
- ✓ **Tourisme** : Altération de la qualité des eaux de baignade (turbidité, développement d'algues, de Cyanobactéries), côtes des plans d'eau insuffisantes avec problème d'accès aux plages, réduction des activités nautiques et annulation de manifestations de sport d'eau vive.
- ✓ **Industrie** : Arrêt partiel ou total d'activité, en particulier pour les entreprises utilisatrices d'eau implantées sur des ressources déficitaires.
- ✓ **Activités aquacoles et halieutiques** : Les activités de pêche sont réduites et l'équilibre des milieux littoraux supports des productions conchylicoles est fragilisé. Le risque de mortalités s'accroît et peut entraîner des pertes de production.

### **I.7.2. Conséquences sociales**

La limitation des usages (arrosage des jardins, lavage des voitures, arrosage des terrains de Sport) peut engendrer des conflits d'usage importants sur les secteurs les plus touchés : actes de malveillance, manifestations, voire des différends pour l'accès à l'eau qui se règlent « à coup de fusil » comme pendant la sécheresse de 1989-1990.

### **I.7.3. Conséquences sur la santé**

Risque de rupture d’approvisionnement pour les prélèvements en eaux superficielles. Ce point fait l’objet d’une vigilance particulière de la part des préfetures qui peuvent demander une limitation de la consommation de la part des collectivités et des usagers.

### **I.7.4. Impact de la sécheresse sur les paramètres agronomiques du blé :**

La sécheresse est le risque le plus probable et le plus à craindre en agriculture pluviale. En influant sur les différentes composantes du rendement, la sécheresse s’accompagne le plus souvent d’une baisse importante de la production agricole. Le blé a été sélectionné comme objet dans la simulation à cause de son imp. portance dans l’alimentation humaine, de sa sensibilité aux aléas du climat, et enfin du volume considérable d’informations disponibles le concernant dans la littérature de par le monde. Impact de la sécheresse sur le cycle du blé les conditions climatiques dominantes influent considérablement sur la croissance et le développement des cultures en général et du blé en particulier.

Dans le cas de la sécheresse, cette influence s’exerce différemment sur chacun des stades phénologiques et les principaux paramètres de développement, tels le nombre de feuilles, la biomasse, le poids de l’épi etc. La comparaison de ces dits paramètres avec les mêmes paramètres obtenus en conditions optimales d’alimentation en eau nous a permis de mettre en évidence des différences significatives qui confirment l’impact de la sécheresse sur le cycle de développement du blé. Examinons, pour le cultivar « M’expia », dans quelle mesure les principaux paramètres du développement sont ainsi affectés par la sécheresse (Abderrahmane, 2015).

## **I.8. Caractérisation de sécheresse**

L’Algérie touchée ces vingt dernières années, par une sécheresse intense et persistante. Caractérisée par un important déficit pluviométrique. La caractérisation de la sécheresse à la prise en considération la durée et la sévérité de son intensité et de son extension spatiale.

**Durée :** correspond au temps que prend la sécheresse, situé entre la date de l’apparition de ce phénomène et la date de sa disparition.

**Sévérité** : est définie comme étant la somme des déviations, par rapport au seuil de troncature, des apports durant la période détectée comme sèche.

**Intensité** : revient à rapporter le déficit cumulé à la durée du déficit.

**Extension spatiale** consiste à circonscrire le périmètre de sécheresse et à répondre, par ricochet, à des questions pratiques de gestion et de planification [7].

## I.9. Indices de sécheresse

### I.9.1. Définition

Les indices sont le plus souvent des représentations numériques de l'intensité des sécheresses, que l'on calcule à partir de valeurs climatiques ou hydrométéorologiques, dont les indicateurs précités. Ils mesurent l'état qualitatif d'une sécheresse à un emplacement donné pour une période donnée.

### I.9.2. Indices bioclimatiques : une manière simple d'appréhender le niveau de la sécheresse "atmosphérique"

La recherche d'indices bioclimatiques permettant de caractériser le plus simplement possible le niveau de sécheresse ou d'aridité d'un lieu ou d'un climat a été une préoccupation importante de la communauté scientifique dans la première moitié du XXe siècle (Curé, 1945). Plusieurs indices ont été élaborés en combinant généralement des données de précipitations (P) et un estimateur du pouvoir évaporant (E) de l'atmosphère. Selon les cas, les auteurs ont envisagé les rapports  $P / E$  ou  $(P-E) / E$  ou encore la différence (P-E). En l'absence de données précises quant à l'évaporation (E) ou encore au déficit de saturation de l'air, c'est la température (T) qui a été le plus fréquemment utilisée. Ces indices prennent en compte les moyennes ou les sommes mensuelles ou annuelles des valeurs de P et T, et ne sont généralement valides qu'à l'échelle d'un grand territoire. De fait, ils masquent totalement la fréquence et l'intensité des phénomènes extrêmes (Lebourgeois & Piedallu, 2005).

*Tableau 1 - Liste non exhaustive des différents indices bioclimatiques trouvés dans la littérature et utilisables dans les études (Lebourgeois & Piedallu, 2005)*

Indice bioclimatiques	Formules
Indice d'évaporation de Transeau (1905)	$I=P/T$

Indice de Mayer (1926)	$I=P/D$
Indice d'aridité de annule de Martonne (1926)	$I=P/T+10$
Indice d'aridité d'Angstrom (1937)	$I=P/1,07 T$
Indice de Thornthwaite(1948)	$I=0,1645[P/(t+12,2)]^{10/9}$
Indice d'aridité de Thornthwaite	$I_a=100*[(ETP-ETR)/ETP]$

Plusieurs indices et méthodes ont été développés et utilisés pour mieux identifier et analyser les caractéristiques de la sécheresse, ces indices permettent d'identifier les différents types de sécheresse (météorologique, agricole et hydrologique), son intensité, sa durée, son étendu spatiale et sa probabilité de récurrence.

**Tableau 2 - Quelques indices météorologiques**

Indice	Paramètres d'entrés	Equation	Bibliographie
Rapport à la normale des Précipitations	P	$RN (\%) = (P_i/P_m) \times 100$ (2)	Rognon, 1997
SPI (Indice de précipitations Normalisé)	P	$SPI = \frac{1(P_i - P_m)}{\sigma}$	Khezazna et al.2017
Indice de l'écart à la moyenne (Em)	P	$Em = P_i - P_m$	(Lebourgeois & Piedallu. 2005)
Rapport à la normale des précipitations (RN)	P	$RN (\%) = (P_i/P_m) \times 100$ (2)	(Stour et Agoumi 2009)
Indice d'aridité de De Martonne	P,T	$I = P/(T + 10)$	(Lebourgeois & Piedallu. 2005)

**Tableau 3 - Indice d'humidité du sol**

Indice	Paramètres d'entrés	Equation	Bibliographie
Indice de sécheresse saisonnier SDPS	P	$SPD=SDPa*R$	

**Tableau 4 - Indice de télédétection (OMM, 2016)**

Indice	Paramètres d'entrés	Equation	Bibliographie
TCI (Indice des conditions de température)	Sat.	$TCI = \frac{(LST_{max} - LST_a)}{(LST_{max} + LST_{min})} * 100$	Rizqi et al.2015

VCI (Indice des conditions de végétation)	des de	Sat.	$VCI = \frac{(NDVI_a - NDVI_{min})}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})} * 100$	Rizqi et al.2015
---	--------	------	---	------------------

### Légende

P = précipitations

RS = réservoir ; SAT = satellite

T = température

Ces indices sont divisés selon la facilité d'emploi et certain nécessite un seul paramètre d'entrée. Autre indice nécessite des données satellitaires et certain sont facile à applique en contraire d'autre.

## I.10. Prévision de la sécheresse

Objectif de faire la prévision c'est de diminuer l'intensité et gérer les impacts de la sécheresse. Pour faire la prévision de la sécheresse se basant sur les données de précipitations et les données de températures dans la région d'étude. En peut utiliser divers modèles :

- ✓ Le modèle de prévision Markovien d'ordre I et II.
- ✓ Les modèles autorégressifs de moyennes mobiles.
- ✓ Chaînes de Markov le modèle des chaines de Markov a été appliqué sur l'indice SPI pour tenter de déterminer la probabilité d'avoir une année avec des conditions sèches après une année sèche ou humide.
- ✓ Les réseaux de neurones artificiels (ANN).
- ✓ Le test de Mann-Kendall modifié.

## I.11. Gestion de la sécheresse

La gestion nécessite pour concernés les informations nécessaires de suivi afin de prendre les mesures et les programmes de réponses qui permettent de minimiser les impacts de la sécheresse.

On ne peut pas faire une lutte contre la sécheresse mais on peut faire la gestion alors pour faire la gestion de la sécheresse il est important de s'assurer :

- ✓ Des données complètes.

- ✓ Les indices et indicateurs les plus efficaces et les plus fiables.
- ✓ Des évaluations efficaces du risque de sécheresse sont effectuées.
- ✓ Besoins spécifiques en formation et échange d'expertise nécessaire pour renforcer les capacités en cas de sécheresse la gestion sont identifiés.
- ✓ Un système complet, opportun et efficace de transmission de données et d'informations sur la sécheresse.
- ✓ Augmenter la capacité croissante à fournir des prévisions climatiques saisonnières et interannuelles est nécessaires pour atténuer les effets de la sécheresse (**Mannava et al. 2010**).

Alors, pour faire la gestion il faut Suivi de la situation hydrologique : Tout au long de l'année, les données sur la pluviométrie, le débit des cours d'eau, l'humidité des sols, le niveau des nappes, le taux de remplissage des barrages et l'état de l'écosystème aquatique. Limitation des usages de l'eau : Lorsque la tendance hydrologique laisse pressentir un risque de crise à court ou moyen terme, des comités sécheresse se réunissent au niveau de chaque département afin de déterminer s'il est nécessaire de prendre des mesures de limitation des prélèvements d'eau [8].

## I.12. Sécheresse en Algérie

L'Algérie nord-occidentale, a connu durant son histoire de nombreuses sécheresses d'ampleur variable. Certaines ont eu des répercussions parfois dramatiques sur les conditions de vie de la population, Mais les plus sévères et les plus persistantes sont celles des deux dernières décennies qui se sont caractérisées par un déficit pluviométrique de l'ordre de 12% pour la région Centre, 13% pour la région Est et 20% pour la région Ouest. Ces valeurs montrent que l'ouest algérien est la région la plus touchée. Cette sécheresse a eu un impact négatif sur le régime d'écoulement des oueds, sur l'alimentation de la nappe phréatique et sur le niveau de remplissage des barrages [9].

Un nombre importants de travaux ont traites la sécheresse sous différentes types dans l'Algérie. Ci-dessous, des exemples sur les travaux fais dans le même contexte.

**1- (Merabti, 2018)** a fait une étude sur la caractérisation, variabilité et prévision de la sécheresse dans le Nord-est Algérien par l'utilisation des données de précipitations de 123 stations pluviométriques couvrant la période 1960 - 2013 et les données de températures de 1979 à 2013. Pour les calculs, le SPI et le modèle de prévision Markovien d'ordre I et II ont

été utilisés pour estimer les différentes probabilités d'apparition de la sécheresse alors pour le résultat montré une diminution des totaux de précipitations dans le résultat des plaines du sud avec une probabilité plus élevée d'avoir deux évènements secs successifs. Les résultats montrent des tendances généralement non-significatives pour la diminution de l'occurrence et de la sévérité de sécheresse.

**2 – (Kettab et al. 2004).** Ont étudié la sécheresse dans les Régions littorales de l'Algérie à partir des données de 08 stations météorologiques (Ghazaouat, Oran, Arzew, Alger, Chleff, Skikda, Annaba et El kala) durant 1954 à 2001. Les méthodes utilisées sont les Estimations par le modèle Jack Nife et par Bootstrap. L'utilisation de ces simulations a Permis d'illustrer clairement l'information chronologique des pluies à l'échelle temporelle Et font distinguer deux périodes ; la période humide qui s'étale de 1954 à 1986 et la Période sèche qui correspond à la dernière décennie (1990-2000). Selon ces deux Méthodes, le déficit pluviométrique est bien remarqué à l'Ouest (notamment à Oran, Ghazaouat et Arzew), les régions du Centre et de l'Ouest ont vu un déficit pluviométrique supérieur à 50% et à l'Est, il était de 30%, durant la période (1987-2001).

**3-(Meddi & Meddi, 2007).** Faite une étude concerne le Nord-Ouest de l'Algérie. La méthode utilisée est le modèle numérique PLUVIA, qui permet L'établissement de la carte de la répartition spatiale de la pluviométrie à l'échelle Mensuelle. Cette technique a permis de tracer les cartes pluviométriques des mois de Janvier, mars et novembre en fonction de la topographie. Les résultats obtenus montrent que, les pluies mensuelles Augmentent du sud au nord et de l'ouest à l'est.

**4-(Dechemi et al. 1994).** Fait une étude sur une simulation des débits moyens mensuels en zone semi-aride (barrage de Beni-Bahdel), par l'application d'une analyse en composantes principales (A.C.P) et cela dans l'objectif de faire une bonne gestion des ressources en eau. Les sept premières composantes principales ont été retenue expliquant une variance de 89%, le résidu représente la perte de l'information dû à la négligence des autres composantes principales ; les résidus ont été analysé à l'aide des chaines de Markov. La simulation a abouti à des séries synthétiques utilisées donne la gestion des ressources en eau ces séries ont donné des résultats satisfaisants et ont montré la fiabilité de la méthode.

**5-(Achite & Touaibia, 2007).** Les auteurs ont examiné les crues et les déficits pluviométriques au niveau du bassin versant de l'oued Mina, par la méthode de l'analyse en

composantes principale (A.C.P) qui sert à optimiser les données pluviométriques annuelles et reconstituer les séries hydrologiques, sur une période d'étude de 30 ans (allant 1970/71 à 1999/00). Les résultats ainsi obtenus sur le comportement de la pluie moyenne sur la première composante principale mettent en évidence une période excédentaire allant de 1970/71 à 1980/81, puis une période déficitaire de 1981/82.

### **I.13. Conclusion**

Cette étude bibliographique a permis de donner un aperçu général sur le phénomène de sécheresse. On constate que toutes les études ont fini par constater que la sécheresse reste une menace majeure pour la ressource en eau et ses fréquences de répétitions.

# **Chapitre II**

## **Présentation de la zone d'étude**

## II.1. Introduction

Dans ce chapitre donne la présentation de la zone d'étude (bassin Algérois) avec une carte du bassin, le climat, les ressources en eau, le couvert végétal et la production agricole.

## II.2. Situation Géographique et Topographique

Le bassin Algérois Situé au nord centre d'Algérie (figure), il est limité au nord par la mer Méditerranée, à l'Est par le bassin hydrographique des côtières Constantinoises, au sud par le bassin de la Soummam, l'Isser et le Cheliff qui le borde à l'Ouest aussi. La limite sud est constituée principalement par la chaîne montagneuse de l'Atlas Tellien. Le bassin des côtières Algérois est contenu entre les latitudes  $36^{\circ}1'$  et  $36^{\circ}58'$  Nord et entre les longitudes  $5^{\circ}6'$  et  $0^{\circ}7'$  Ouest. Il couvre une superficie de 11 972 km<sup>2</sup> couvre 4 wilayas : Alger, Blida, Tizi Ouzou, Boumerdes et 5 en parties : Tipaza, Médéa, Ain defla, Bejaia et Bouira.

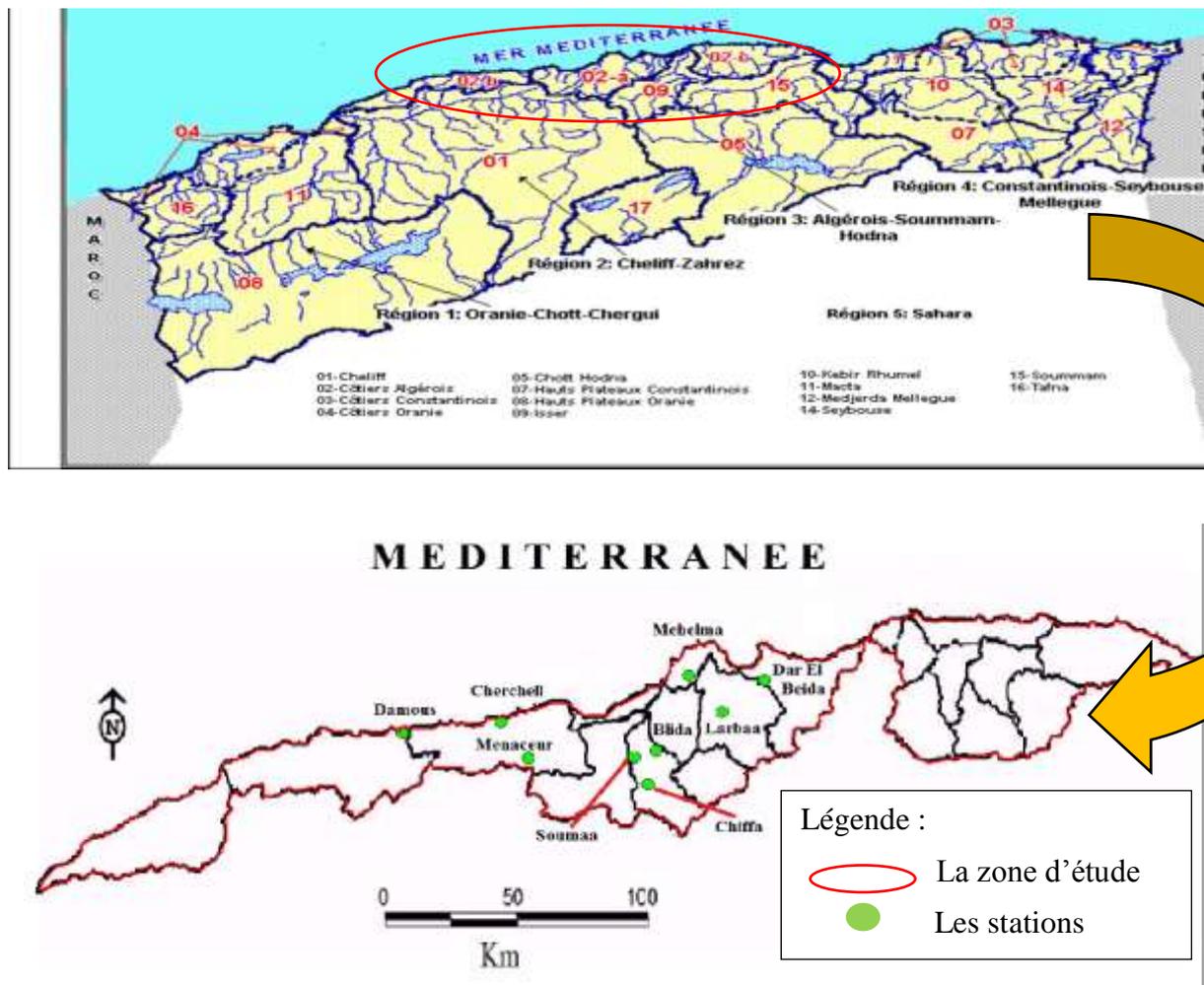


Figure 3 – Bassin de l'Algérois et localisation des stations étudiées[29]

### II.3. Situation Climatique

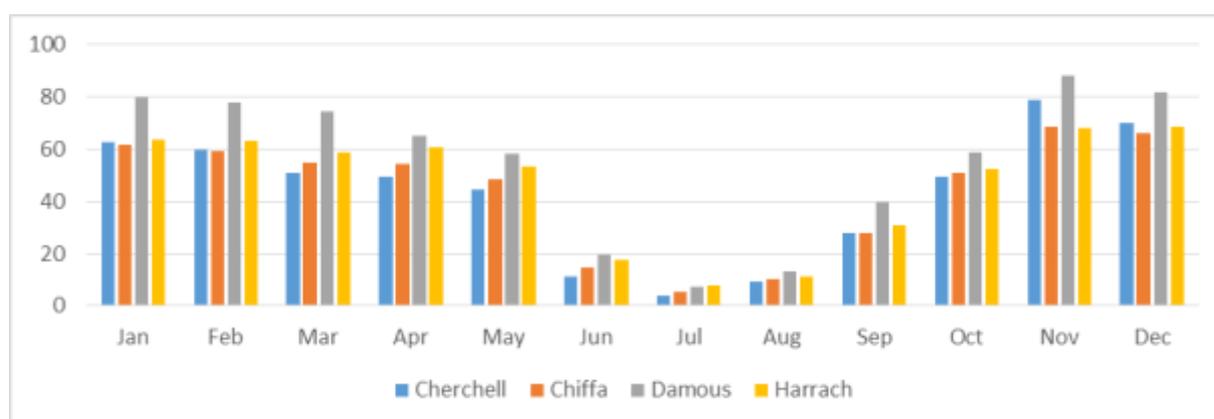
Le climat peut être défini comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné. Les principales composantes du climat sont : les précipitations, la température, le vent, et l'humidité relative.

Le climat de la région est un climat type méditerranéen, pluvieux en hiver, sec en été avec une pluviométrie moyenne avoisinant les 900 mm par an, sauf que l'Est est beaucoup plus pluvieux que l'Ouest qui s'approche d'un climat semi-aride (**Benabadji & Bouazza, 2000**).

**Tableau 5. Caractéristiques des stations étudiées**

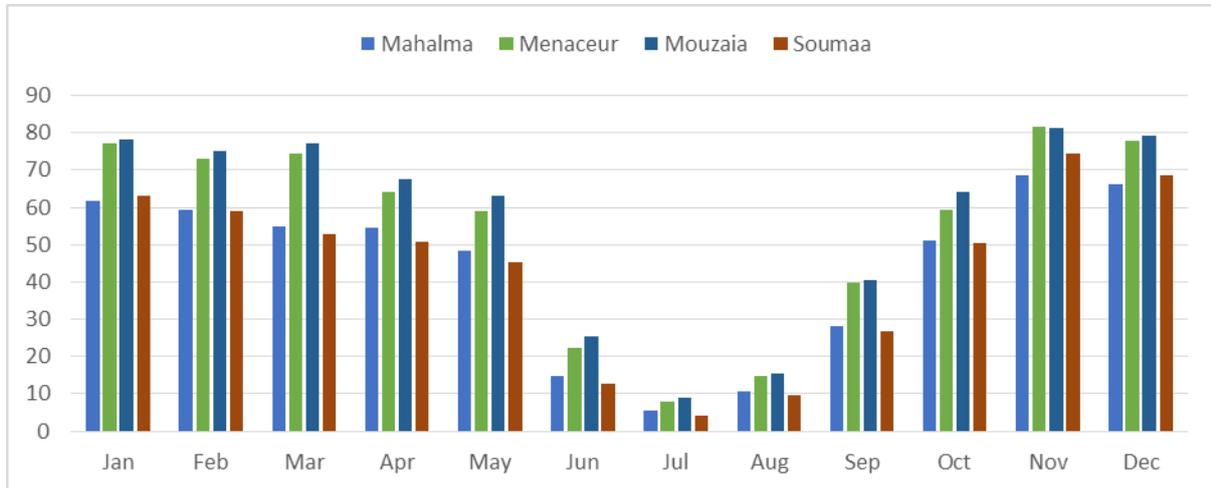
Station	Code	X (km)	Y (km)	Z(m)	T (°C)	P (mm)
Mouzaia	02 11 28	498,75	336,35	520	16,8	676,07
Chiffa	02 11 26	506,15	342,3	290	18,5	523,41
Soumaa	02 11 34	517,45	355,9	177	18,7	517,41
Damous	02 02 03	411,2	361,35	40	17,3	664,47
Cherchell	02 03 12	454,35	368	16	18,7	527,38
Menaceur	02 03 03	458,25	354,45	250	17	650,69
Harrach	02 14 09	540,5	379,76	105	18,3	556,74
Mehalma	02 05 11	517	367,85	150	18,6	523,41

Présentation de la variabilité interannuelle des précipitations mensuelles des 08 stations durant la période 1979 à 2013 est donnée par le diagramme suivant :



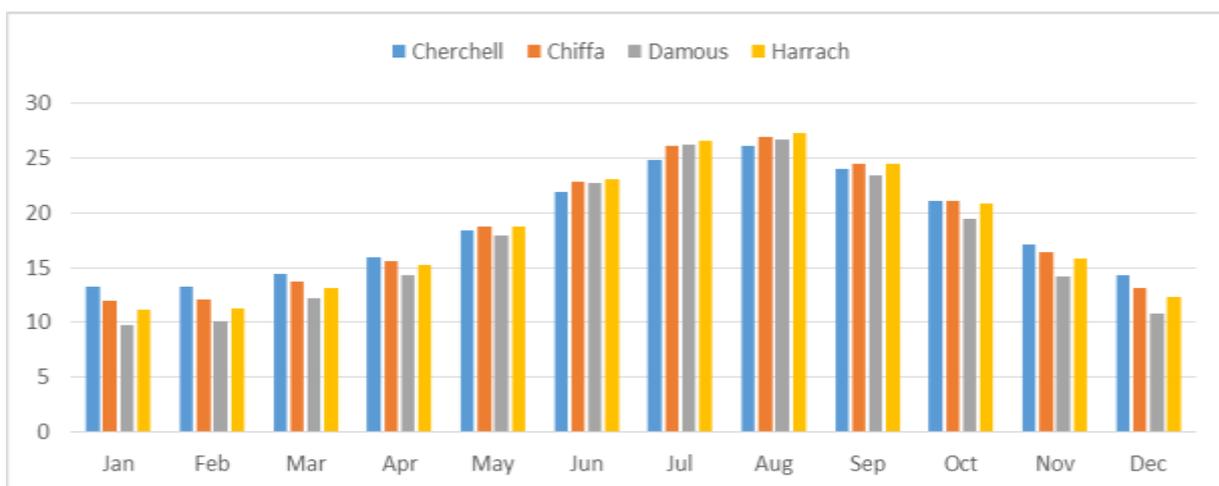
**Figure 4 - Variabilité de précipitation du 1er groupe de stations étudiées (1979 – 2013)**

La précipitation est variable entre les mois durant l'année sur les stations de Cherchell, Chiffa, Harrach, Damous avec un pourcentage plus faible de 7% au moins de juillet, et de pourcentage important au mois de novembre de 80%.



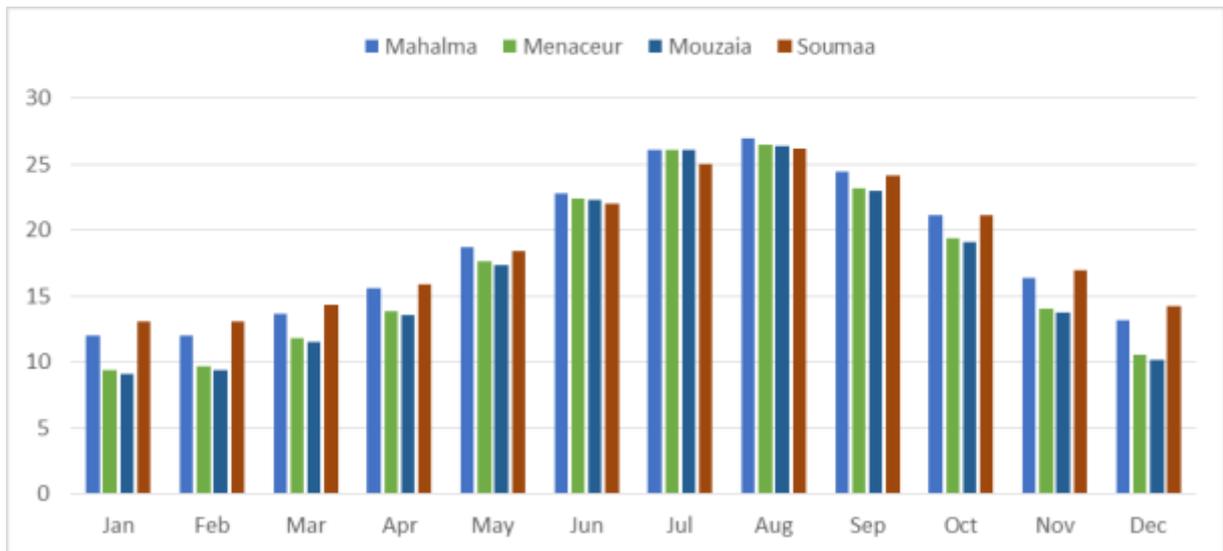
**Figure 5 - Variabilité de précipitation du 2ème groupe de stations étudiées (1979 – 2013)**

D'après la figure, une période de précipitation important s'étale durant le mois de novembre à mars selon le 8 stations. Une quantité moindre de précipitation dans le mois de juillet sur l'ensemble des stations étudiées. Il y a une relation avec l'apport en précipitation et la présence de la sécheresse qui est important à l'identifier dans les calculs.



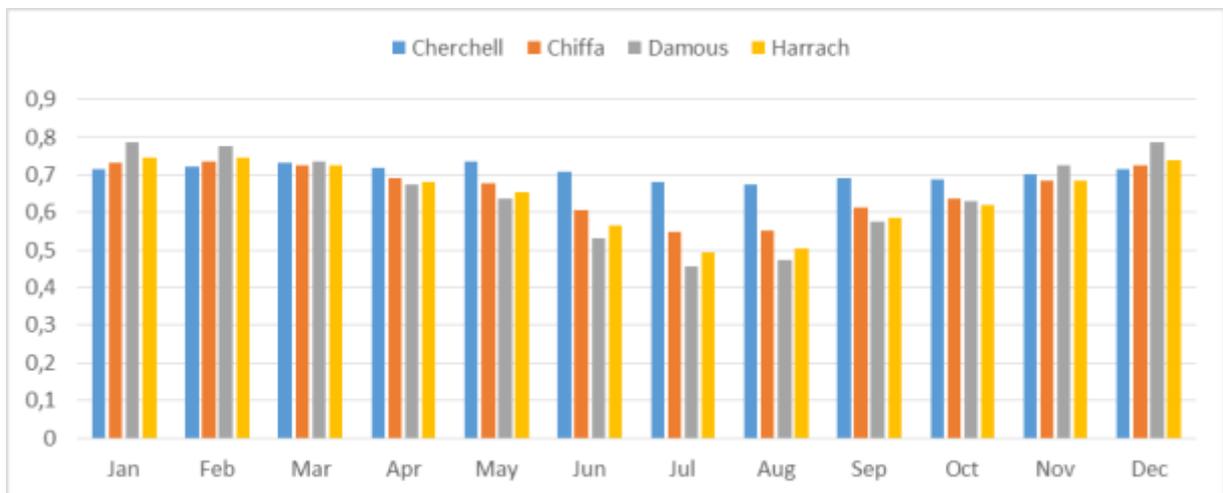
**Figure 6 - Variabilité de température du 1er groupe de stations étudiées (1979 – 2013)**

La température moyenne saisonnière est variable entre les mois avec un 10°C à 13°C dans le mois de janvier et 26°C à 27°C en juillet dans les 04 stations.

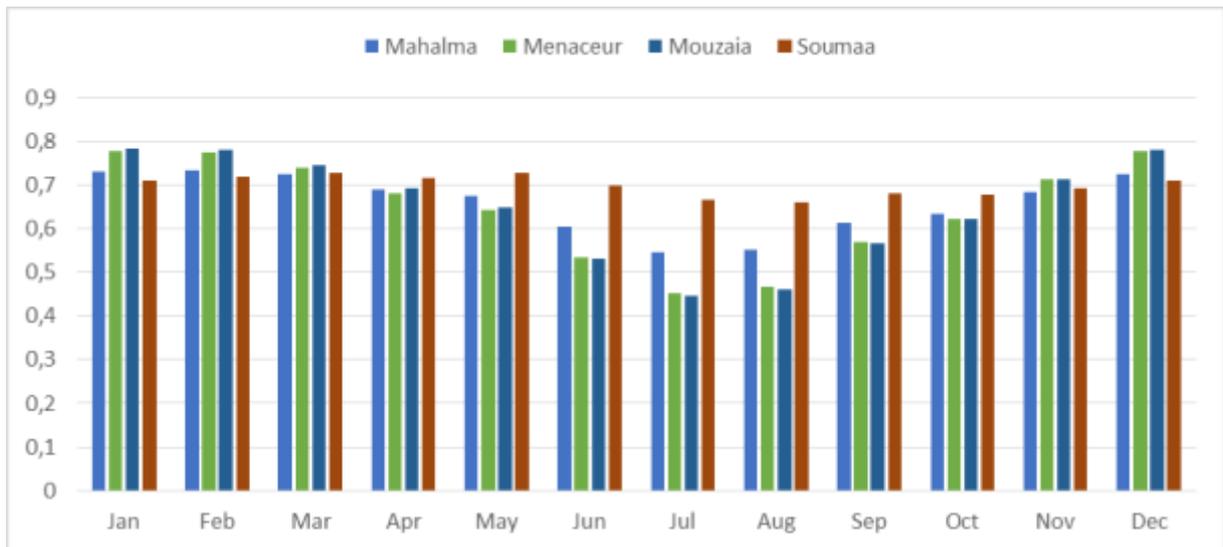


**Figure 7 - Variabilité de température du 2ème groupe de stations étudiées (1979 – 2013)**

Selon les figures, il est décelé la présence d'un hiver froid et automne chaud, où la température peut dépasser 27 °c dans le mois d'Aout dans les 8 stations. Pendant l'hiver la température ne dépasse pas 13°C, alors dans ce cas, il y a une relation avec l'augmentation de température et l'évapotranspiration dans ces régions.

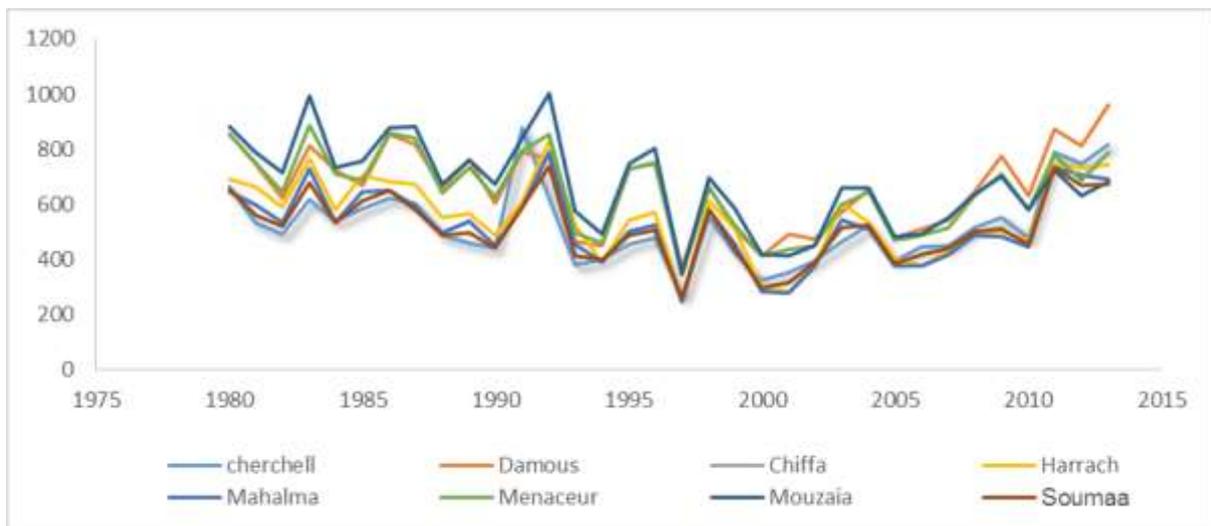


**Figure 8 - Humidité relative du 1er groupe de stations étudiées (1979 – 2013)**



**Figure 9 - Humidité relative du 2ème groupe de stations étudiées (1979 – 2013)**

L'humidité relative a dépassé 70 % dans les mois de janvier, février, mars, et décembre et selon les mois de juin, juillet, aout elle ne dépassée pas 55% dans 6 stations.



**Figure 10 - variation de précipitation durant la période de 1979 à 2013**

D'après la figure la précipitation durant la période de 1979 à 2013 à une valeur importante sur toutes les stations dans l'année 1992. Ces valeurs sont comprises entre 800 à 1000 mm. La précipitation la plus faible durant cette période est celle de l'année de 1997 avec une valeur de 257mm.

## II.4. Ressource en eau

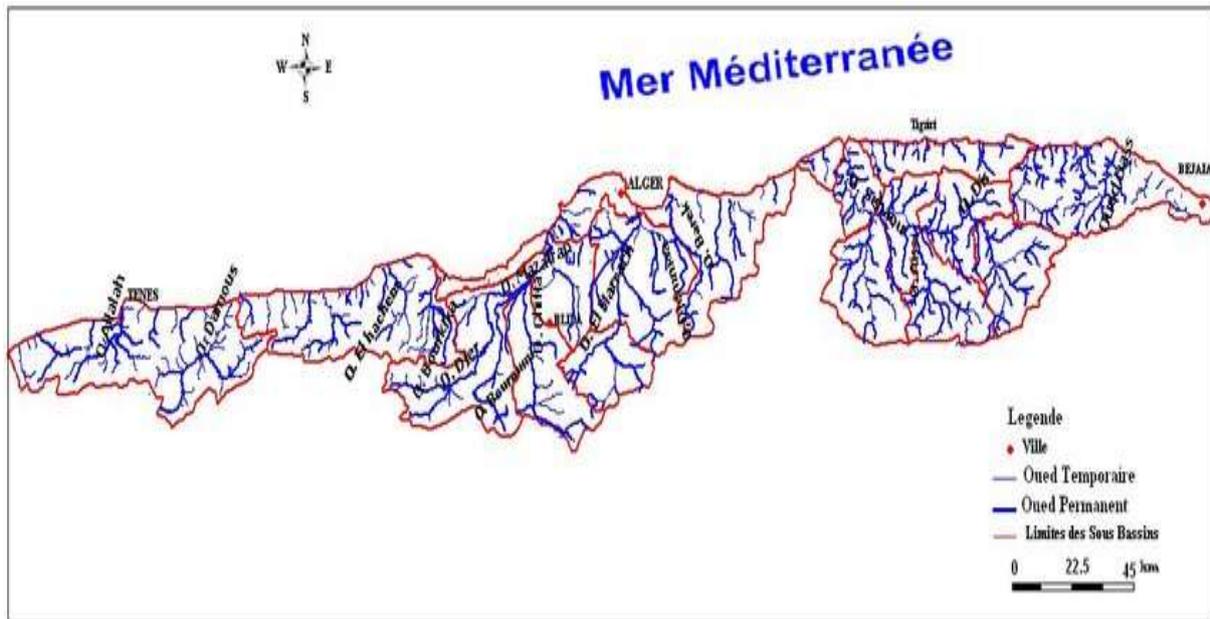


Figure 11 - Réseau hydrographique du bassin Algérois [28]

Tableau 5 - Superficie des bassins versants des principaux Oueds dans la région d'étude

Oueds	Superficie (Km <sup>2</sup> )
Mazafran	1910
El Harrach	1246
Hamiz	262
Nador	244
EL Hachem	215
Boudaoua	150
Reghaia	80
Autre petit bassin	464

La zone d'étude correspond au bassin de l'Algérois qui, du point de vue administratif, couvre en totalité les Wilayas d'Alger et de Blida, et en partie celles de Tipaza, Boumerdès, Aïn Defla et Médéa. La zone 02-A s'étend sur une superficie de 4 570 km<sup>2</sup>, dont 70 % pour les bassins des deux principaux oueds, celui du Mazafran et celui d'El Harrach.

### II.4.1. Ecoulement dans le bassin versant

Le régime hydrologique du bassin versant du Côtier Algérois se caractérise par une irrégularité interannuelle au vu des fortes valeurs du coefficient de variation. Cette variabilité observée, fluctuant entre 8 et 45% est due essentiellement au caractère irrégulier de l'apport

pluvial des cours d'eau. L'apport moyen annuel est estimé à 1420 Hm, soit une lame d'eau écoulée annuelle de 160 mm et un déficit de 77%. Les caractéristiques hydrauliques des oueds et des sections de jaugeage sont importantes à connaître pour le tarage (Zeroual et al. 2010).

## II.4.2. Production agricole

Le tableau suivant résume les caractéristiques des trois régions Alger, Blida et Tipaza en termes de superficie cultivée, superficie irriguée et la production totale pour la campagne agricole 2014-2015.

**Tableau 6 – Superficie cultivée, production et rendement de céréale des wilaya d'Alger, Blida et Tipaza**

Wilaya	Superficie cultivée (Ha)	Superficie irriguée (Ha)	Production (Qx)
Alger	26436,58	16590,67	5428295
Blida	71286,64	31023	8216101,65
Tipaza	27806,7	16588	4845725,13

(Source : DSA 2014-2015)

D'après les informations de tableau, il est observé que la superficie cultivée la plus grande est à la wilaya de Blida par 71286,64 Ha avec une production la plus élevée avec 8216101,65 (Qx). Selon l'irrigation a été appliqué beaucoup plus dans la wilaya d'Alger

**Tableau 7 - Production agricole dans la wilaya d'Alger pour l'année 2015-2016**

Type de culture	Espace	Production Qx	Superficies Ha	Rendement Qx /Ha
Arboriculture	Figuier	3 060	40,03	76,44
	Agrumes	962340	4902,36	191,3
	Viticulture	302 045	1 979,73	152,56
Maraichage	Pommes de Terre	5 916 20	1 516	390,25
	Tomates	658 165	1167	563,98
	Melons	19 930	47,2	422,24
	Artichauts	10 795	52,5	205,61

D'après ce tableau, il est observé que l'arboriculture occupe une place primordiale dans le système agricole de la Wilaya d'Alger avec une superficie d'environ 7000ha, où les agrumes occupent la première place avec une superficie de 4902,36 ha et de production de 191,3Qx/Ha ; la viticulture classée la 2<sup>ème</sup> par une superficie de 1 979,73 ha et de production de 302 045Qx. Cependant le maraichage occupe la deuxième place après l'arboriculture avec

une superficie égale environ 2 782,7 ha, par la culture de pomme de terre avec une superficie de 1 516 ha ; soit une production égale 5 916 20 Qx.

**Tableau 8 - Production agricole dans la wilaya de Blida pour l'année 2014-2015**

Type de culture	Espace	Production Qx	Superficies Ha	Rendement Qx /Ha
Arboriculture	Agrumes	4400159	17820	246,92
	Olive	69027	2882	23,95
Céréales	Blé dur	150 224,35	6 022,42	24,944
	Orge	10 264,3	461	22,26
	Avoine	1 105	50	22,1
Maraichage	Tomate	1517894	193	1124,78
	Pomme de terre		760	
	Oignon		396,5	

D'après les informations du tableau ; les céréales occupent une superficie de 6 533,42 ha avec une production 161 593,65 Qx.et le rendement 69,30 Qx/Ha.

Pour les Trois wilayas nous avons observé que les mêmes cultures et la même rotation sont appliquée avec une occupation de grande place des arboricultures, la wilaya Alger enregistre une production plus importante par rapport aux deux autres wilayas qui égale 2002,4 Qx/Ha.

## II.5. Conclusion

Dans ce chapitre une présentation caractéristique de la zone d'étude. Le bassin de l'Algérois est de climat méditerranéen, pluvieux en hiver, sec en été avec une pluviométrie moyenne. Des répartitions irrégulières des précipitations durant l'année et les stations étudiées. Une variété importante est remarqué en terme de spéculations agricoles pratiquées dans cette région qui montrent l'importance à donner pour analyser la sécheresse agricole et météorologique dans cette zone.

# **Chapitre III**

## **Données et Méthodes**

### III.1. Introduction

L'analyse de sécheresse a été effectuée à partir des relevées mensuelles de précipitation et température de 08 stations sur une période 34 ans. Les données de rendement annule de céréale pluvial (orge) sur une période de 18 ans (2000-2018) vont être impliqués dans le calcul de l'indice de la sécheresse agricole.

### III.2. Données

#### III.2.1. Précipitation et température

Q6çiKÒEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être supérieur à -//um<Yañ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è res ?. d o c  
ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ ..  
~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è res ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s  
L u m âC u l t u ?r e -c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|  
âWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è res ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m âC u l t u  
?r e -c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP  
`ifV6V6 îfV6L ^ âi è res ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s  
âULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^  
âi è res ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s âULTUR~1DOC .  
~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è res ?. d o c ÿÿ  
ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s

#### III.2.2. Rendement

Les Q6çiKÒEM@'fa

VF•W©<•F

Ê, étant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être supérieur à -//um<Yañ^Bs

6iB

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d  
o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ?r e -c o u r s å U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6 )žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L  
e s

L u m å C u l t u ?r e -c o u r s å U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|  
åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l  
t u

?r e -c o u r s å U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP  
`ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ?r e -c o u r s  
å U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6  
îfV6L ^

âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ?r e -c o u r s å U L T U R ~ 1 D O C .

~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o  
c ÿÿ

ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s

Q6çïKÒEM@'fa  
VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yañ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s åULTUR~1DOC .

~(žT6T6 )žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå

1 6 -? L e s

L u m å C u l t u ? r e - c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|

åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u

?r e - c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP

`ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s

åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^

âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s åULTUR~1DOC .

~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ

ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s

Q6ciKÒEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yañ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r  
e s ?. d o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC .

~(žT6T6 )žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå

1 6 -? L e s

L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|

åWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u  
m åC u l t u

?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|  
åWRD0000TMP

`îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c  
o u r s

åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP  
`îfV6V6 îfV6L ^

âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s  
åULTUR~1DOC .

~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e  
s ?. d o c ÿÿ

ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s

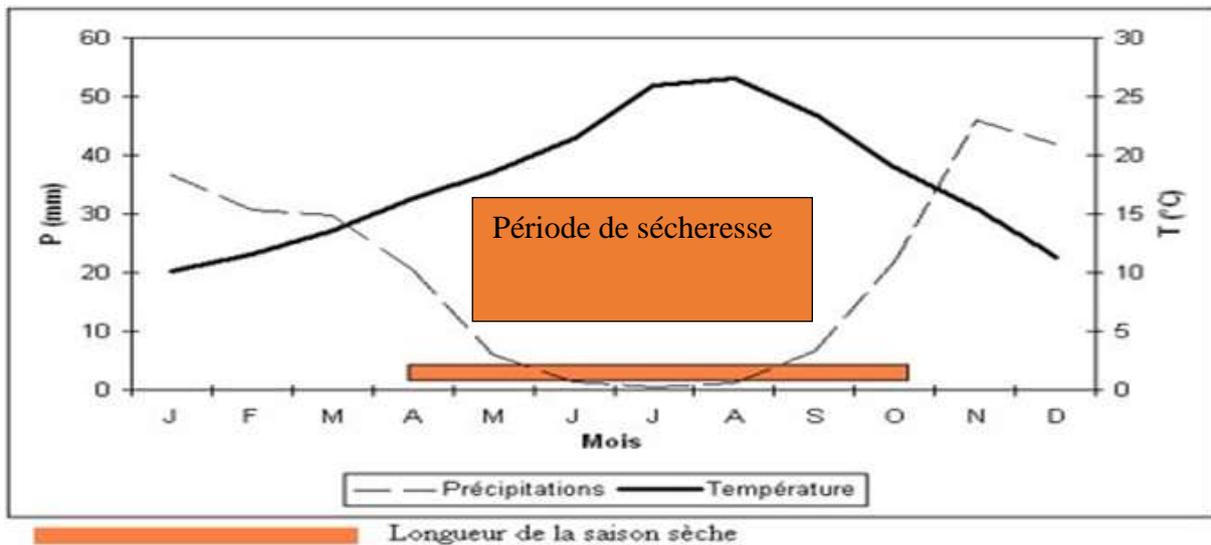


Figure 12 - Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

Cet indice tient compte des moyennes mensuelles des précipitations (p en mm) et de la température (t en °C) et donne une expression relative de la sécheresse estivale en durée et en intensité (Q6çikÒEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yàñ^Bs

6iB

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6''ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø™ .. ~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s

?. d o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ åi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 - ? L e s

L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N!

åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ åi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u

?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP

`ifV6V6 ifV6L ^ åi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s

åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^

åi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC .

~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ åi è r e s ? . d o c ÿÿ

ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s

### Indice de l'écart à la moyenne (EM)

C'est l'indice le plus utilisé pour estimer le déficit pluviométrique à l'échelle de l'année. L'écart à la médiane est le plus utilisé par les agro-météorologues. Bien évidemment, quand l'échantillon de données est dissymétrique, la différence entre la moyenne et la médiane est grande. L'écart à la moyenne est la différence entre la hauteur de précipitation annuelle (Pi) et la hauteur moyenne annuelle de précipitation (Pm).

Q6ciKÒEM@'fa

VF•W©<•F

Ê, Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yàñ^Bs

6iB

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s

?. d o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s å U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ ..

~(žT6T6)žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -

? L e s

L u m å C u l t u ? r e - c o u r s å U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N|

åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u

? r e - c o u r s å U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N|

åWRD0000TMP

`ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s

å U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^

âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s

å U L T U R ~ 1 D O C .

~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ?.

d o c ÿÿ

ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s

Avec : Q6çikÒEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être supérieur à -//um<Yañ^Bs

6iβ

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d

o c

ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6

)žT6ø¬ ..

~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L

e s

L u m â C u l t u ? r e - c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N|

âWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l

t u

? r e - c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP

`ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s

â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6

îfV6L ^

âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C .

~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o

c ÿÿ

ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s

**Q6çikÒEM@'fa**

**VF•W©<•F**

*JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être supérieur à -//um<Yañ^Bs*

*6iβ*

*ruAKpA*

*ñKv&id@lâlz*

*c•D6"ès%Q/*

*=. ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?.*

*d o c*

*ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6*

*)žT6ø¬ ..*

*~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L*

*e s*

*L u m â C u l t u ? r e - c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l*

*t u*

*? r e - c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP `îfV6V6*

*îfV6L ^*

*âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C*

*.*

*~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o*

*c ÿÿ*

*ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s*

**Chapitre IV**

**Résultats et**

**Interprétations**

## IV.1. Introduction

Q6çïKÒEM@'fa  
VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être supérieur à -//um<Yàñ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc  
ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L es L um âC ul tu ?re -cours åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ ..  
~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L es  
L um âC ul tu ?re -cours åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|  
åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L es L um âC ul tu  
?re -cours åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP  
`ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L es L um âC ul tu ?re -cours  
åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^  
âi è res ?. doc ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L es L um âC ul tu ?re -cours åULTUR~1DOC .  
~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc ÿÿ  
ÿÿÿÿâ 1 6 -? L es L um âC ul tu ?re -cours

Q6çïKÒEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yàñ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L  
^ åi è r e s ?. d o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC .  
~(žT6T6 )žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ åi è r e s ?. d o c ÿÿ  
ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s

L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ ..  
~(žT6T6 )žT6N!

åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ åi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e  
s L u m åC u l t u

?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N!  
åWRD0000TMP

`ifV6V6 ifV6L ^ åi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u  
?r e -c o u r s

åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N!  
åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^

åi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s  
åULTUR~1DOC .

~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^  
åi è r e s ?. d o c ÿÿ

ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s

Q6çiKÒEM@'fa

VF•W©<•F

]Êô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yàñ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d  
o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6  
)žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L  
e s

L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|  
åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l  
t u

?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP

`ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s

åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6  
îfV6L ^

âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC .  
~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o  
c ÿÿ

ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s

dépassant la valeur de 300.

**Q6çïKÒEM@'fa**

**VF•W©<•F**

**JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces  
casses doit être**

**supérieur à -//um<Yàñ^Bs**

**6iß**

**ruAKpA**

**ñKv&îd@lâlz**

**c•D6"ès%Q/**

**=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N! åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L  
^ âi è r e s ?. d o c**



Ê, étant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être supérieur à -//um<Yañ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d  
o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L  
e s

L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|  
åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l  
t u

?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP  
`ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s  
åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6  
îfV6L ^

âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC .  
~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o  
c ÿÿ

ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s

Q6çïKÒEM@'fa

VF•W©<•F

]Êô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yañ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d

o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L

e s

L u m å C u l t u ? r e - c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|

åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l

t u

? r e - c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP

`ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m å C u l t u ? r e - c o u r s

åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6  
îfV6L ^

âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC .  
~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o  
c ÿÿ

ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s

Q6çikOEM@'fa

VF•W©<•F

]Êô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être  
supérieur à -//um<Yãñ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d  
o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6  
)žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L  
e s

Lum åCultu ?re-cours åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|  
 åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai è res ?. doc ýý ýýýýå 1 6 -? Les Lum åCultu  
 tu  
 ?re-cours åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP  
 `ifV6V6 ifV6L ^ ai è res ?. doc ýý ýýýýå 1 6 -? Les Lum åCultu ?re-cours  
 åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6  
 ifV6L ^  
 ai è res ?. doc ýý ýýýýå 1 6 -? Les Lum åCultu ?re-cours åULTUR~1DOC .  
 ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai è res ?. do  
 c ýý  
 ýýýýå 1 6 -? Les Lum åCultu ?re-cours

ément humide est faible au niveau de toutes les stations.

La probabilité d’occurrence d’une année modérément sèche est moyennement faible pour toutes les stations avec un taux qui varie entre 9 et 13% sur 34 ans. La probabilité d’occurrence d’une année légèrement sèche est très faible sur l’ensemble des stations étudiées avec un pourcentage de SPI-3 inférieur à 49%.

**Q6çikÒEM@’fa**

**VF•W©<•F**

**JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses  
doit être**

**supérieur à -//um<Yañ^Bs**

6iB

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N! âWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è  
r e s ?. d o c

ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s âULTUR~1DOC .  
~(žT6T6)žT6ø¬ ..

~(žT6T6)žT6N! âWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ  
ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s

L u m âC u l t u ?r e -c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6  
)žT6N!

âWRD0000TMP `îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u  
m âC u l t u

?r e -c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N!  
âWRD0000TMP

`îfV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -  
c o u r s

âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N! âWRD0000TMP  
`îfV6V6 îfV6L ^

âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s  
âULTUR~1DOC .

~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r  
e s ? . d o c žž

žžžžž 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s

Q6čikOEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yâñ^Bs

6iβ

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ? . d o c

žž žžžžž 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ ..

~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ? . d o c žž žžžžž 1 6 -? L e s

L u m âC u l t u ?r e -c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N|

âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ? . d o c žž žžžžž 1 6 -? L e s L u m âC u l t u

?r e -c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP

`ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ? . d o c žž žžžžž 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s

âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^

*ai è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e -c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C .*

*~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai è r e s ? . d o c ÿÿ*

*ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e -c o u r s*

*Q6çIKÒEM@'fa*

*VF•W©<•F*

*JÊô, Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être*

*supérieur à -//um<Yañ^Bs*

*6iβ*

*ruAKpA*

*ñKv&id@lâlz*

*c•D6"ès%Q/*

*= . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai è r e s ? .*

*d o c*

*ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e -c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ ..*

*~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L*

*e s*

*L u m â C u l t u ? r e -c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub>*

*âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai è r e s ? . d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l*  
*t u*

*? r e -c o u r s â U L T U R ~ 1 D O C . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N<sub>1</sub> âWRD0000TMP*

*`ifV6V6 ifV6L ^ ai è r e s ? . d o c jÿ jÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s*

*âULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^*

*ai è r e s ? . d o c jÿ jÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s âULTUR~1DOC*

.

*~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai è r e s ? . d o c jÿ*

*jÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s*

Q6çikOEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yàñ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

*=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai è r e s ? . d o c*

*jÿ jÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m â C u l t u ? r e - c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ ..*

~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ýÿ ýÿÿÿå 1 6 -? L  
e s

L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|  
åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ýÿ ýÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l  
t u

?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP  
`ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o c ýÿ ýÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s  
åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6  
îfV6L ^

âi è r e s ?. d o c ýÿ ýÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC .  
~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ?. d o  
c ýÿ

ýÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s

Q6çïKÒEM@'fa

VF•W©<•F

]Êô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yàñ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(\u0000)~\u0000.. ~(\u0000)~\u0000| \u0000WRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai \u0000 res ?. d  
o c

\u0000 \u0000\u0000\u0000\u0000 \u0000 1 6 -? L e s L u m \u0000C u l t u ?r e -c o u r s \u0000ULTUR~1DOC . ~(\u0000)~\u0000  
)~\u0000\u0000\u0000\u0000..

~(\u0000)~\u0000| \u0000WRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai \u0000 res ?. d o c \u0000 \u0000\u0000\u0000\u0000 \u0000 1 6 -? L  
e s

L u m \u0000C u l t u ?r e -c o u r s \u0000ULTUR~1DOC . ~(\u0000)~\u0000\u0000\u0000\u0000.. ~(\u0000)~\u0000|  
\u0000WRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai \u0000 res ?. d o c \u0000 \u0000\u0000\u0000\u0000 \u0000 1 6 -? L e s L u m \u0000C u l  
t u

?r e -c o u r s \u0000ULTUR~1DOC . ~(\u0000)~\u0000\u0000\u0000\u0000.. ~(\u0000)~\u0000| \u0000WRD0000TMP  
`ifV6V6 ifV6L ^ ai \u0000 res ?. d o c \u0000 \u0000\u0000\u0000\u0000 \u0000 1 6 -? L e s L u m \u0000C u l t u ?r e -c o u r s  
\u0000ULTUR~1DOC . ~(\u0000)~\u0000\u0000\u0000\u0000.. ~(\u0000)~\u0000| \u0000WRD0000TMP `ifV6V6  
ifV6L ^

ai \u0000 res ?. d o c \u0000 \u0000\u0000\u0000\u0000 \u0000 1 6 -? L e s L u m \u0000C u l t u ?r e -c o u r s \u0000ULTUR~1DOC .  
~(\u0000)~\u0000\u0000\u0000\u0000.. ~(\u0000)~\u0000| \u0000WRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ ai \u0000 res ?. d o  
c \u0000

\u0000\u0000\u0000\u0000 \u0000 1 6 -? L e s L u m \u0000C u l t u ?r e -c o u r s

Q6çiKÖEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être supérieur à -//um<Yañ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc  
ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? Les Lum âCultu ?re -cours âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ ..  
~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? Les  
Lum âCultu ?re -cours âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N|  
âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? Les Lum âCultu  
?re -cours âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP  
`ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? Les Lum âCultu ?re -cours  
âULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^  
âi è res ?. doc ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? Les Lum âCultu ?re -cours âULTUR~1DOC .  
~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è res ?. doc ÿÿ

yyyyå 16 -? Les LumåCultu?re-cours

# **Conclusion Générale**

## Conclusion générale

La caractérisation de la sécheresse météorologique et agricole a été présentée dans ce travail. La région d'étude du bassin Algérois renferme des potentialités naturelles importantes en matière de production agricole et vis-à-vis des conditions climatiques. Donc, il est intéressant d'analyser la sécheresse dans cette région afin de déterminer si cette région risque de connaître ce phénomène et surtout sur le plan de l'agriculture pluviale.

Les données mensuelles de précipitation et de température des huit (08) stations météorologiques sur une durée de trente-quatre (34) ans d'observation ont été impliquées dans le calcul des indices Q6çikÒEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yañ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ?. d o c

ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ ..

~(žT6T6)žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿå 1 6 -? L e s

L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6)žT6ø¬ .. ~(žT6T6)žT6N|

åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ åi è res ?. doc yÿ yÿÿÿå 1 6 -? Les Lum åCultu  
?re-cours åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP  
`ifV6V6 ifV6L ^ åi è res ?. doc yÿ yÿÿÿå 1 6 -? Les Lum åCultu ?re-cours  
åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^  
åi è res ?. doc yÿ yÿÿÿå 1 6 -? Les Lum åCultu ?re-cours åULTUR~1DOC .  
~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ åi è res ?. doc yÿ  
ÿÿÿÿå 1 6 -? Les Lum åCultu ?re-cours

# **Références bibliographiques**

## **Bibliographie**

- 1- Abderrahmani B, 2015.** LES RISQUES CLIMATIQUES ET LEURS IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT, p25.
- 2- Achite M. et Touaibia B, 2007.** Sécheresse et gestion des ressources en eau dans le Bassin versant de la mina.
- 3- Anonyme, 2009.** Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie. PNUD. Algérie, p19.
- 4- Anonyme, 1999.** La sécheresse et les économies des pays d'Afrique Subsaharienne.
- 5- Arnaud, 2016.** Modélisation du risque sécheresse, France, Mémoire, p03.
- 6- Benabadji et Bouazza .M, 2000.** Quelques Modifications Climatiques Intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale)
- 7- Dechemi N. Bermad A. Hamriche A., 1994.** Simulation des débits moyens.
- 8- Donald A., 1985.** Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Définitions. Of Nebraska Lincoln.
- 9- OMM, 2006.** Suivi de la sècheresse, progrès et enjeu futur.
- 10- FAO, 1996.** La planification des stratégies contre les effets de la sécheresse.
- 11- Khezazna A. Amarchi H. Derdous O. Bousakhria F., 2017.** Drought monitoring; Seybouse basin (Alegria) over the last décades .
- 12- Khaldi A., 2005.** Impacts de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains.
- 13- Medejerab L et Henia ,2011.** VARIATIONS SPATIO-TEMPORELLES DE LA SECHERESSE CLIMATIQUE EN ALGERIE NORD OCCIDENTALE. Tunisie.

**14- Merabti A, 2018.** Caractérisation, variabilité et prévision de la sécheresse dans le Nord-est Algérien. Merabti, p 01.

**15- Mannava V.K. Sivakumar Raymond P. Motha Donald A. Wilhite and Deborah A., 2010.** Drought risk and métrologique drougths Spain.

**16- Meddi H. Meddi M., 2007.** Variabilité spatiale et temporelle des précipitations du nord-ouest de l'Algérie.

**17- Michael H,** Environmental and Societal Impacts Group, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado.1985.

**18- Nichane M. et Khelil M.A, 2015.** CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET RESSOURCES Q6çiKÒEM@'fa

VF•W©<•F

JÊô,Hétant divisé un certain nombre de classe Kc, le nombre de ces casses doit être

supérieur à -//um<Yàñ^Bs

6iß

ruAKpA

ñKv&îd@lâlz

c•D6"ès%Q/

=. ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ?. d o c

ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s L u m âC u l t u ?r e -c o u r s âULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ ..

~(žT6T6 )žT6N| âWRD0000TMP `ifV6V6 ifV6L ^ âi è r e s ?. d o c ÿÿ ÿÿÿÿâ 1 6 -? L e s

L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N|  
åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ýÿ ýÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u  
?r e -c o u r s åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP  
`ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ýÿ ýÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s  
åULTUR~1DOC . ~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^  
âi è r e s ? . d o c ýÿ ýÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s åULTUR~1DOC .  
~(žT6T6 )žT6ø¬ .. ~(žT6T6 )žT6N| åWRD0000TMP `ifV6V6 îfV6L ^ âi è r e s ? . d o c ýÿ  
ýÿÿÿå 1 6 -? L e s L u m åC u l t u ?r e -c o u r s

28- **Oulhaci Dalila, 2016.** RUISSELLEMENT INTER ANNUEL EN ALGERIE SEPTENTRIONALE (Relation entre, Ruissellement Pluie et Evaporation).

### **Webographie**

29- [1] <http://www.climatechallenge.be/fr/des-infos-en-mots-et-en-images/quelles-en-sont-les-consequences/phenomenes-climatiques-extremes.aspx> .

30- [2] Réduction des risques de catastrophe : Bilan mondial ,2011. Révéler le risque, redéfinir le développement. Bureau des Nations Unies pour la Réduction des Risques de Désastre – UNISDR.

31- [3] ([https://www.notre\\_planete.info/terre/risques\\_naturels/secheresse.php](https://www.notre_planete.info/terre/risques_naturels/secheresse.php);date de consultation 15/03/2019).

32- [4] (<https://www.tsa-algerie.com/lalgerie-est-en-situation-de-secheresse-lalgerien-ne-dispose-que-de-290-m3-deau-par-an/>;date de consultation 15/03/2019).

**33- [5]** (<https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/meteorologie-secheresse-6527/>; date de consultation 15/03/2019).

**34- [6]** Centre national de lutte Contre la sécheresse, Université du Nebraska–Lincoln, États-Unis d’Amérique).

**35- [7]** (Le Standardized Précipitation Index (SPI) comme méthode de base pour l’élaboration de l’assurance indexée.

**36- [8]** <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/gestion-quantite/infos-secheresse.php>

**37- [9]** <http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/Algeria/Algerie.htm#3>.

%20Le%20Climat%20et%20les%20Zones%20Agroecologiques