



République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

École Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Génie rural

القسم: الهندسة الريفية

Spécialité : Science de l'eau

التخصص: علوم المياه

Mémoire de Fin d'Etude

Pour L'obtention Du Diplôme Master

Thème

**Etude de la Sécheresse au nord de l'Algérie, effet sur
l'écoulement à l'échelle du Bassin versant de l'Algérois**

Présenté par : M. TELLI Mohamed

Soutenu le 10/07/2025

Devant le jury composé de :

Président : M. SEMAR Ahcène

Professeur (ENSA)

Promotrice : Mme LARFI Bouchra

Maître-assistante A (ENSA)

Co-promoteur : M. IMESSAOUDENE Yacine

Maître-assistant A (ENSA)

Examinatrice : Mme. LOUNIS Amal

Maître-assistante A (ENSA)

Examineur : M. RENIMA Mohammed

Maître-assistant B (ENSA)

Promotion : 2019-2025

Table des matières

Dédicaces	I
Remerciements	II
Résumé	III
Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
Liste des annexes.....	VII
Liste des abréviations	VIII
Table des matières.....	X
Introduction et problématique	2
Problématique	3
Hypothèses de recherche	3
Objectifs de l'étude	4
Organisation du mémoire.....	4
Chapitre I : Synthèse Bibliographique	5
Volet 1. Ressources en eau	7
Introduction	7
1. Cycle hydrologique de l'eau	7
1.1 Eléments du cycle de l'eau	7
2. Sources des ressources en eau	8
3. Problématiques liées à la gestion de l'eau	9
4. Politiques et stratégies de gestion de l'eau en Algérie	9
5. Les bassins versants	10
5.1. Rôle des bassins versants dans la régulation des débits	11
5.2. Gestion des ressources en eau par bassin versant	11
5.3. Bassins versants en Algérie	11
5.4. Caractéristiques générales des bassins versants au nord de l'Algérie	12
5.4.1. Superficie et répartition	12
5.4.2. Géologie et morphologie	13
5.4.3. Climat et régime hydrologique	13
5.4.4. Ressources en eau et utilisation	14
Conclusion	16
Volet 2. Variabilité des pluies et sécheresse	18
Introduction	18
1. Le changement climatique	18

<u>2.</u>	<u>Sécheresse</u>	19
<u>2.1.</u>	<u>Les types de sécheresse</u>	20
2.1.1.	<u>La sécheresse météorologique</u>	20
2.1.2.	<u>La sécheresse agricole</u>	20
2.1.3.	<u>La sécheresse hydrologique</u>	20
2.1.4.	<u>La sécheresse socio-économique</u>	20
<u>3.</u>	<u>Les interactions entre les différents types de sécheresse</u>	21
<u>4.</u>	<u>Conséquences et impacts de la sécheresse</u>	23
<u>5.</u>	<u>La sécheresse au nord de l'Algérie</u>	23
<u>6.</u>	<u>Impact de la sécheresse sur les écoulements hydrologiques</u>	23
6.1.	<u>Réduction des débits des cours d'eau</u>	23
6.2.	<u>Baisse des niveaux des nappes phréatiques</u>	24
6.3.	<u>Modification du régime hydrologique</u>	24
6.4.	<u>Impact sur les réservoirs et barrages</u>	24
<u>7.</u>	<u>Système d'alerte précoce à la sécheresse (SAPS)</u>	24
7.1.	<u>En quoi consiste un système d'alerte précoce à la sécheresse</u>	24
7.2.	<u>Caractéristiques du Système d'alerte précoce à la sécheresse</u>	24
<u>8.</u>	<u>Indices de la sécheresse connus dans le monde</u>	26
8.1.	<u>Indice de l'écart à la moyenne (Em)</u>	26
8.2.	<u>Indice de pluviosité (IP)</u>	27
8.3.	<u>Rapport à la normale de la précipitation (RN)</u>	27
8.4.	<u>Indice de déficit pluviométrique (IDP)</u>	28
8.5.	<u>Indice de sévérité des sécheresses de Palmer (PDSI)</u>	28
8.6.	<u>Indice standardisé de précipitation (SPI)</u>	29
Conclusion		30
Chapitre II : Matériel et Méthodes		31
	<u>Introduction</u>	32
<u>1.</u>	<u>Description de la zone d'étude</u>	32
1.1.	<u>Situation géographique</u>	32
1.2.	<u>Situation climatique</u>	33
1.2.1.	Caractéristiques climatiques de la région d'étude	33
1.2.2.	Étude des précipitations.....	33
1.2.2.1.	Précipitations mensuelles.....	34
1.2.2.2.	Précipitations saisonnières.....	35
1.2.3.	Vitesse du vent.....	36
1.2.4.	Évaporation.....	36
<u>1.3</u>	<u>Relief</u>	37
1.3.1.	<u>Modèle numérique de terrain</u>	37
1.3.2.	<u>Classes de pentes</u>	37
<u>1.4.</u>	<u>Pédologie</u>	39
<u>1.5.</u>	<u>Couvert végétal</u>	39

1.6. Stations hydrométriques	39
2. Présentation des données pluviométriques et leurs traitements	40
2.1. Données pluviométriques	40
2.1.1. Acquisition de données et choix de la période de référence	40
2.1.2. Caractéristiques des stations étudiées	40
2.2. Traitement statistique des séries pluviométriques	41
2.2.1. Homogénéisation des données pluviométriques et tendance	41
2.2.1.1. Tests statistiques	41
2.2.1.1.1. Test de détection de rupture de Pettitt (1979)	41
2.2.1.1.2. Test de tendance de Mann Kendall	42
2.2.1.2. Lissage des données	42
2.2.2. Régionalisation des données	42
Analyse multi variée : ACP	42
2.2.3. Analyse fréquentielle	43
2.2.3.1. Ajustement à une loi	43
2.2.3.2. Loi normale (loi de Gauss)	43
2.2.3.3. Loi log-normale (Galton)	43
2.2.3.4. Loi racine normale	44
2.2.4. Calcul du coefficient de variation (Cv)	44
2.2.5. Détermination des périodes de retour des pluies	44
2.2.6. Indice standardisé de précipitation (SPI).....	45
Conclusion	46
Chapitre III : Résultats et discussion	47
1. Variabilité des pluies annuelles : Caractéristiques des pluies annuelles	48
2. Variabilité spatio-temporelle des pluies saisonnières	49
2.1. Ajustement des pluies annuelles à la station de Hadjout et périodes de retour	50
2.2. Equation d'ajustement	50
3. Étude de la variabilité temporelle des pluies	52
3.1. Test d'homogénéité et tendance des précipitations	52
3.2. Moyenne mobile de la pluie et tendance linéaire	55
4. Analyse en composantes principales (ACP)	57
5. Caractérisations de la sécheresse et du déficit pluviométrique	59
Indice standardisé des précipitations (SPI)	59
6. Analyse des relations climatiques et hydrologiques	61
6.1. Relation entre les précipitations à Tizi Ouzou et l'écoulement à Oued Aissi	61
6.2. Relation entre le SPI annuel et la lame écoulée à la station de Tizi Ouzou	63
Conclusion générale	67
Références bibliographiques	70
Annexes	75

Résumé

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'étude de la sécheresse au nord de l'Algérie et de son impact sur les écoulements hydrologiques à l'échelle des bassins versants, en prenant comme cas d'étude le bassin de l'Algérois. L'objectif principal est d'analyser la variabilité spatio-temporelle des précipitations et de caractériser les épisodes de sécheresse à l'aide de l'indice SPI (Standardized Precipitation Index). Cette étude s'appuie sur des données pluviométriques provenant de plusieurs stations de la région, analysées à l'aide d'outils statistiques et géospatiaux tels qu'Excel, XLSTAT, PYTHON, ArcGIS et HYDROLAB. Les résultats ont permis de mettre en évidence les tendances des précipitations, la fréquence et l'intensité des épisodes secs, ainsi que leurs effets potentiels sur les écoulements dans le bassin. Cette analyse constitue un appui précieux à la gestion durable des ressources en eau dans un contexte de changement climatique.

Mots-clés : Sécheresse, SPI, précipitations, bassin de l'Algérois, variabilité climatique, écoulement, analyse hydrologique.

الملخص

تتناول هذه المذكرة دراسة الجفاف في شمال الجزائر وآثاره على الجريان السطحي على مستوى الأحواض المائية، مع التركيز على حوض الجزائر كنموذج تطبيقي. تهدف الدراسة إلى تحليل التغير المكاني والزمني في التساقطات المطرية، وتحديد فترات الجفاف باستخدام مؤشر SPI (مؤشر التساقطات المعيارية). (وقد تم الاعتماد على معطيات مطرية لعدة محطات في المنطقة، وتمت معالجتها باستخدام أدوات إحصائية وجغرافية مثل Excel و XLSTAT و PYTHON و ArcGIS و HYDROLAB. سمحت النتائج بالكشف عن اتجاهات الأمطار، وتكرار فترات الجفاف وشدتها، وتأثيرها المحتمل على الجريان المائي في الحوض. وتعدّ هذه الدراسة مساهمة هامة في تحسين إدارة الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية المتسارعة.

الكلمات المفتاحية: الجفاف، مؤشر SPI، التساقطات، حوض الجزائر، التغير المناخي، الجريان، التحليل الهيدرولوجي.

Abstract

This thesis focuses on the study of drought in northern Algeria and its impact on surface runoff at the watershed scale, using the Algiers Basin as a case study. The main objective is to analyze the spatial and temporal variability of rainfall and to identify drought events using the Standardized Precipitation Index (SPI). The study relies on rainfall data from several stations in the region, processed with statistical and geospatial tools such as Excel, XLSTAT, PYTHON, ArcGIS, and HYDROLAB. The results highlight precipitation trends, drought frequency and severity, and their potential effects on runoff within the basin. This work contributes to a better understanding of water resource behavior in a changing climate and supports sustainable water management strategies.

Keywords: Drought, SPI, precipitation, Algiers Basin, climate variability, runoff, hydrological analysis.