



Coordinators



mastermehmed@gmail.com  
www.mastermehmed.com

PROJECT NUMBER: 666666-EPP-2-2019-3-ES-EPPKAS-IPI-SOC-IN

Partners



N° d'ordre:

Série:

Mémoire

Pour l'obtention de diplôme de Master

Filière: Gestion des Techniques Urbaines

Spécialité: Gestion du changement environnemental en Méditerranée

Titre:

**VARIABILITE CLIMATIQUE : IMPACT SUR  
L'ENVIRONNEMENT, CAS DU BASSIN VERSANT DE  
L'OUED SAF-SAF**

Présenté par : **BENABBAS Nazim**

**Dirigé par :**

**Encadrant : Bouteraa Oualid**, Université Salah Boubnider Constantine 3.

**Co-encadrant : Boutouatou Farah**, Centre de Recherche en Aménagement du Territoire

**Membre de jury :**

- **Président : Saliha Abdou**
- **Examineur : Ghachi Azzedine**

**Année universitaire : 2022/2023.**

## TABLE DES MATIERES

<b><u>Introduction général</u></b> .....	<b>1</b>
<b><u>CHAPITRE 1 : Etat de l'art et synthèse bibliographique</u></b>	
1.Introduction sur le climat .....	2
2. Définition du climat.....	2
3. Le système climatique .....	2
3.1. Les constituants du système climatique.....	3
4. Les paramètres climatiques.....	4
4.1. Les précipitations .....	4
4.2. La température .....	5
4.3. L'ensoleillement et le rayonnement solaire.....	6
4.4. Le vent .....	6
4.5. L'humidité relative de l'air .....	6
5. Classification des climats dans le monde.....	7
6. Les indices climatiques .....	7
6.1. Les indices climatiques globaux .....	7
6.2. Les indices climatiques de production .....	8
7. Les phénomènes naturels qui influencent le climat.....	8
7.1. L'atmosphère .....	8
7.2. L'océan .....	8
7.3. Oscillation de l'Atlantique du Nord NAO ou ONA .....	8
7.3.1. Variation de l'indice NAO et manifestation sur le climat.....	9
8.Variabilité climatique et changement cliamtique .....	11
8.1 Le changement climatique .....	11
8.1.1. Les effets du changement climatique .....	12
8.1.1.1. Sécheresse .....	12
8.1.1.2. La hausse du niveau des mers .....	12
8.1.1.3. Les inondation .....	13
8.1.1.4. Biodiversité .....	13
8.2. La variabilité climatique .....	13

9. Conclusion.....	14
<b><u>CHAPITRE 2 : Caractérisation de la zone d'étude.....</u></b>	<b>15</b>
1. Cadre géographique du bassin versant Saf-Saf .....	15
2. Caractéristiques physiques du bassin .....	16
2.1. Les Caractéristiques morphométriques.....	16
3. Caractéristiques du relief.....	17
4. Indices de pente et de relief .....	19
5. Classes des pentes .....	21
6. Réseau hydrographique.....	23
7. Cadre géologique de la zone d'étude .....	24
8. Cadre climatique.....	28
9. Contexte agricole.....	30
10. Aperçu socio-économique .....	31
10.1. Démographie du bassin du Saf-Saf .....	31
10.2. Occupation du sol .....	32
Conclusion.....	33
<b><u>CHAPITRE 3 : MATERELS ET METHODES.....</u></b>	<b>24</b>
1. Introduction .....	24
2. Présentation de la base de Données .....	24
2.1. Les données hydro pluviométriques .....	24
2.2. Les données du bilan d'eau du barrage de Zardezas .....	36
3. Méthodes utilisées pour le traitement de données .....	36
3.1. Traitement géospatial .....	36
3.2. Traitement statistique .....	36
3.2.1. Indice standardisé de précipitations SPI.....	36
3.2.2. Formule de l'indice SPI.....	37
3.2.3. Classification des valeurs SPI .....	37
3.2.4. Avantages de méthode SPI.....	37
3.2.5. Inconvénient de méthode SPI.....	37
3.3. Les tests climatiques .....	38
3.3.1. Segmentation d'Hubert .....	38
3.3.2. Les tests de pettitt .....	38

3.4. Matrice de Bertin .....	39
3.5. Bilan de régulation des eaux .....	40
3.6. Traitement spectral .....	41
3.6.1. Analyse en ondelettes continues.....	41
3.6.2. Analyse de la cohérence .....	42
Conclusion .....	43
<b>CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>44</b>
1. Introduction .....	44
2. Variabilité interannuelle des pluies .....	45
3. Variation annuelle des pluies .....	45
4. Variation mensuelle des pluies .....	48
5. Le régime pluviométrique saisonnier du bassin.....	49
6. Tendances des précipitations .....	51
7. Détection de ruptures climatiques dans les séries de précipitations.....	53
8. Indices pluviométriques standardisés (SPI) .....	56
9. Recherche de tendance pluviométrique avec la méthode de la matrice.....	58
9.1. Détermination des grands modes de variabilité pluviométrique par la méthode des ondelettes continue .....	61
9.2. Liens potentiels entre l'oscillation climatique nord atlantique (NAO) et la variabilité pluviométrique des barrages .....	64
10. Etude des pluies journalières maximales.....	66
11. Variation des débits observés au sein des stations .....	69
11.1. Débits moyens annuels .....	69
11.2. Débit maximum.....	70
12. Impact de la variabilité sur l'environnement .....	70
12.1. Impact sur le barrage de Zardezas.....	70
12.2. Variabilité des entrées et des réserves au barrage de Zardezas (1975/76 à 2011/12) .....	73
12.2.3. Variation journalière de la réserve du barrage de Zardezas .....	74
12.2.. Impact sur les feux de forets.....	75
Conclusion .....	79
Conclusion general .....	81
Bibliographie .....	84

## RESUME

Cette recherche contribue à approfondir la connaissance de la variabilité climatique et leur impact sur l'environnement, à travers l'exemple d'un bassin d'une superficie de 1158 km<sup>2</sup> (Nord-Est algérien), formé par l'oued principal de Saf-Saf.

Les données hydro-pluviométriques de l'Agence Nationale des ressources hydrauliques (A.N.R.H), ont permis l'étude spatio-temporelle de l'évolution mensuelle et interannuelle des pluies et des débits du bassin de Saf-Saf. Sur un échantillon de cinq stations dont la période hydrologique commune est de 44 ans (de septembre 1968 à août 2012), les résultats des testes statistiques et de l'approche matrice de Bertin montrent l'existence des différentes périodes humides et sèches, une nette croissance des années sèches, de septembre 1968 à août 1983, une alternance des années humides et sèches de septembre 1983 à août 2002, avec toutefois, un retour des années humides dès l'année 2002/03. Ces résultats sont confirmés par l'analyse en ondelettes : Trois périodes sont globalement identifiées avec un petit décalage : avant 1980/81, entre 1981/82 et 2001/02, et après 2002/03.

Les résultats de la cohérence en ondelette Nao-Pluie mettent en évidence une influence sur les pluies pour toutes les stations avec une cohérence totale de 59,55%.

Par ailleurs, les données de l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (A.N.B.T) sur le bilan de régularisation du barrage de Zardezas qui situe dans le bassin étudié, mettent en évidence l'impact significatif des conditions météorologiques sur les fluctuations des apports et des réserves. Les années exceptionnelles, telles que l'année excédentaire de 1984/85, ont entraîné une augmentation conséquente des apports en eau et des réserves d'eau du barrage. En revanche, des années comme l'année déficitaire de 1996/97, ont eu un impact négatif avec des affluents d'eau réduits voire négatifs en raison des fuites.

Enfin, les résultats du bilan de feux forêts récolté sur une période de 33 ans (de 1979 à 2012) montre la forte relation entre le nombre des incendies, des précipitations moyennes et des températures maximales.

**Mots clés :** bassin versant, variabilité climatique, approche statistique, approche spectrale, impact, barrage, feux de forêts.

## ABSTRACT

This research contributes to deepening our understanding of climate variability and its impact on the environment, using the example of a watershed with an area of 1158 km<sup>2</sup> in northeastern Algeria, formed by the main Saf-Saf river. Hydro rainfall data from the National Hydraulic Resources Agency (ANRH) were used to study the spatiotemporal evolution of monthly and interannual rainfall and streamflow in the Saf-Saf watershed. Based on a sample of five stations with a common hydrological period of 44 years (from September 1968 to August 2012), the results of statistical tests and the Bertin matrix approach show the existence of different wet and dry periods, a clear increase in dry years from September 1968 to August 1983, an alternation of wet and dry years from September 1983 to August 2002, with a return of wet years starting from 2002/03. These results are confirmed by wavelet analysis : Three distinct periods are generally identified with a slight shift : before 1980/81, between 1981/82 and 2001/02, and after 2002/03.

The results of the wavelet coherence analysis between the North Atlantic Oscillation (NAO) and rainfall highlight an influence on rainfall for all stations, with a total coherence of 59.55%.

Furthermore, data from the National Dams and Transfers Agency (ANBT) on the regulation balance of the Zardezas Dam, located in the studied basin, demonstrate the significant impact of weather conditions on inflow and water reserves fluctuations. Exceptional years, such as the surplus year of 1984/85, led to a significant increase in water inflow and reservoir water levels. Conversely, years like the deficit year of 1996/97 had a negative impact, with reduced or even negative water inflow due to leakage.

Finally, the results of the forest fire balance collected over a period of 33 years (from 1979 to 2012) show a strong relationship between the number of fires, average precipitation, and maximum temperatures.

**Keywords** : watershed, climate variability, statistical approach, spectral approach, impact, dam, forest fires.

## ملخص:

هذا البحث يساهم في تعميق فهمنا لتغير المناخ وتأثيره على البيئة، باستخدام مثال من حوض مائي بمساحة 1158 كم مربع في شمال شرق الجزائر، الذي يتكون من النهر الرئيسي صاف صاف. بإستعمال البيانات الهيدرولوجية المقدمة من طرف الوكالة الوطنية للموارد المائية.

هاته البيانات سمحت لنا بدراسة التطور المكاني والزمني للأمطار الشهرية والسنوية و صبيب المياه في حوض صاف صاف وذلك استنادًا إلى عينة من خمس محطات بفترة هيدرولوجية مشتركة تبلغ 44 عامًا من سبتمبر 1968 إلى أوت 2012 هذا وتظهر نتائج الاختبارات الإحصائية وطريقة مصفوفة بيرتين مع إختلاف وجود فترات رطوبة وجافة، وزيادة واضحة في السنوات الجافة من سبتمبر 1968 إلى أوت 1983، مع تناوب السنوات الرطبة والجافة من سبتمبر 1983 إلى أوت 2002. مع عودة السنوات الرطبة اعتبارًا من 2002/03. هذه النتائج عن مؤكدة عن تحليل الموجات : تم تحديد ثلاث فترات متميزة بشكل عام مع تحول طفيف : قبل 1980/81، و بين 1981/82 و 2001/02، وبعد 2002/03

تظهر نتائج تحليل ترابط الموجات بين التذبذب الشمالي الأطلسي والأمطار تأثيرًا على الأمطار لجميع المحطات، مع ترابط إجمالي يبلغ 59.55%. هذا وتظهر معطيات الموازنة للمياه لوكالة السدود والتحويلات الوطنية لسد زرداس، الواقع في الحوض المدروس، تأثيرًا كبيرًا للظروف الجوية على تقلبات التدفق والاحتياطيات المائية. أدت لسنوات استثنائية، مثل العام الوفير 1984/85، إلى زيادة كبيرة في تدفق المياه ومستويات المياه في السد. على العكس من ذلك، كان للسنوات مثل العام الجاف 1996/97. تأثير سلبي مع تقليل التدفق المائي أو حتى التدفق المائي السلبي بسبب التسرب.

أخيرًا، تظهر نتائج حرائق الغابات المجموعة على مدى 33 عامًا من 1979 إلى 2012 علاقة قوية بين عدد الحرائق والأمطار المتوسطة وأقصى درجات الحرارة.

**الكلمات الرئيسية :** حوض مائي، تغير المناخ، الاختبارات الإحصائية، تأثير، سد، حرائق الغابات.