

Ressources en eaux à la lumière de la variabilité climatique dans le moyen Sebou, entre les deux stations Azzaba et Dar El Arsa

Water resources in light of climate variability in the Middle Sebou, between the two stations Azzaba and Dar El Arsa

Auteur 1 : Mohammed Yazami Ztait,

Auteur 2 : Idriss Sammaa,

Auteur 3 : Mohammed El Ghachi,

Auteur 4 : Abdessalam Taleb,

Auteur 5 : Fatima Zahra Ouali Alami,

Mohammed Yazami Ztait, Chercheur Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Sais-Fès
Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Maroc
yazamiztaitmed@gmail.com

Idriss Sammaa, Doctorant Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Sais-Fès
Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Maroc
sammaaidriss@gmail.com

Mohammed El Ghachi, Enseignant chercheur Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Beni Mellal
Université Sultan Moulay Slimane Maroc
elghachi_mohamed@yahoo.fr

Abdessalam Taleb, Enseignant chercheur Faculté des Sciences et Technique Mohammedia
Université Hassan II Casablanca Maroc
talebabdeslam1@gmail.com

Fatima Zahra Ouali Alami, Enseignant chercheur Faculté des Sciences et Technique Mohammedia
Université Hassan II Casablanca Maroc
oualialami.fatimazahra@gmail.com

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : YAZAMI.M , SAMMAA.I ,EL GHACHI.M , TALEB.A & OUALI ALAMI .F (2020), « Ressources en eaux à la lumière de la variabilité climatique dans le moyen Sebou, entre les deux stations Azzaba et Dar El Arsa », African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 3 » pp: 122-146.

Date de soumission : Novembre 2020

Date de publication : Décembre 2020

DOI : 10.5281/zenodo.5535725



Copyright © 2020 – ASJ



Résumé

Cet article aborde la problématique des ressources en eau à la lumière de ces changements climatiques dans le moyen Sebou, où se situe la relation entre ces ressources et les précipitations à lumière du changement climatique?

Selon l'analyse des données des deux stations Azzaba entre 1958 et 2011 et Dar El Arsa entre 1973 et 2010. La station d'Azzaba est située au haut bassin, juste à côté du barrage d'Allal El Fassi, à l'extrémité nord de la chaîne de montagnes méditerranéennes. Au contraire, la station Dar El Arsa est située dans le savoir-faire du bassin entre les collines de Prérif au nord de Fès, mettant en évidence les différentes particularités des deux stations géographiquement, topographiquement et géologiquement.

Nous avons établi un ensemble de constatations, y compris les précipitations annuelles à la station de Dar El Arsa variaient de 200 et 900 mm, et la station de Azzaba unique oscillait entre 100 et 700 mm, et la plus grande quantité enregistrée au cours de ces deux séries a atteint 667 mm en 1971, résultant en 894 mm de la station de Dar El Arsa en 2009, de sorte que cet espace a des ressources en eau abondantes.

La variabilité de ces précipitations est censée jouer un rôle majeur dans le déclin ou l'augmentation des ressources en eau, voire des exceptions, qui peuvent entraîner des inondations.

Pour obtenir des renseignements complets sur ce problème, on a invoqué un ensemble d'outils statistiques simples et complexes pour diagnostiquer les caractéristiques qui caractérisaient les données statistiques des deux stations, et la mesure dans laquelle le changement climatique affectait la nature des ressources en eau. Afin de mettre cette étude entre les mains des responsables afin qu'ils puissent connaître l'état des ressources en eau sur le terrain, et de faciliter les méthodes d'aménagement dans cette région.

Mots clés : moyen Sebou (Maroc), variabilité climatique, ressources en eaux, outils statistique.

Abstract

This article addresses the issue of water resources in light of climate change in the Sebou medium, where is the relationship between these resources and rainfall in light of climate change?

According to the analysis of data from the two stations Azzaba between 1958 and 2011 and Dar El Arsa between 1973 and 2010. The Azzaba station is located in the upper basin, right next to the Allal El Fassi dam, at the northern end of the Mediterranean mountain range. On the contrary, the Dar El Arsa station is located in the basin know-how between the hills of Prerif north of Fez, highlighting the different particularities of the two stations geographically, topographically and geologically.

We established a set of findings, including the annual rainfall at the Dar El Arsa station varied between 200 and 900 mm, and the single Azzaba station varied between 100 and 700 mm, and the largest amount recorded during these two series reached 667 mm in 1971, resulting in 894 mm from the Dar El Arsa station in 2009, so that this space has abundant water resources.

The variability of this precipitation is expected to play a major role in the decline or increase of water resources, or even exceptions, which can lead to flooding.

To obtain complete information on this problem, a set of simple and complex statistical tools were used to diagnose the characteristics that characterized the statistical data at the two stations, and the extent to which climate change was affecting the nature of the water resources. In order to put this study in the hands of officials so that they could know the state of water resources on the ground, and to facilitate management methods in this region.

Keywords: Medium Sebou (Morocco), climate variability, water resources, statistical tools.

Introduction

Du fait que sa situation en position de cuvette et sous des grandes montagnes de Moyen Atlas et entre les collines de pré-rif avec de Fès et surtout au d'un espace central, considéré comme le château d'eau du Maroc avec un oued est ses nombreux affluents, le moyen Sebou aval de Fès est l'une des zones où l'eau est forte, formée par la variabilité du climat.

Le problème général dans le domaine de l'étude est le lien entre la variabilité du climat et la disponibilité des ressources en eau. Dans cet article nous allons essayer d'identifier les caractéristiques climatiques générales du champ étudié, en étudiant l'élément des précipitations annuelles, mensuelles et quotidiennes.

Cette étude est systématiquement basée sur l'analyse des précipitations des deux stations Azzaba entre 1958 et 2011 et Dar El Arsa entre 1973 et 2010. La première est située dans le haut de la zone d'étude et la deuxième est située dans le bas de cette zone. Nous allons donc essayer d'analyser les données climatiques qui comprennent :

- Analyse des variations annuelles des précipitations pour la série statistique mentionnée précédemment ;
- Analyse de la répartition mensuelle des précipitations pour la même série statistique ;
- Extraction des précipitations annuelles supérieures des deux stations mentionnées ci-dessus dans la même série statistique ;
- Etude de la répartition mensuelle des précipitations dans les deux stations ;
- Analyse des chutes quotidiennes plus élevées avec le nombre de jours pluvieux et non pluvieux.

Dans ce cadre, nous visons à traiter, analyser et interpréter ces données statistiquement et extraire les différents ces de ressources en eau que la région a connues au cours de la période spécifiée, qui sont susceptibles d'être responsables de la disponibilité ou du déclin de ces ressources.

1. Présentation du domaine d'études

La zone du moyen Sebou à étudier appartient à la région de Fès-Meknès; elle est le chef-lieu de la province de Moulay Yaacoub qui s'inscrit à la fois dans la plaine inondable et les pentes des collines de pré rif Nord Est de Fès (Figure n°1).

La zone étudiée est située au pied du Moyen Atlas à 30 km aval de Fès au Nord Est et 50 km en haut de Fès au Sud Est, elle couvre une superficie de 2310 km².

La zone d'études est traversée par Oued Sebou du Sud au Nord. Plusieurs châabats (+10 châabats) et des oueds saisonniers (Oued Hamria, Oued Ben Azaba, Oued l'khwabi ...etc) déversent sur les douars, les traversent pour se jeter dans l'oued. Ces oueds et ces châabats drainent les bassins versants des Jbels Zalagh, Chouachi, Halouf, Fechtala et Frayn au Nord-Est de Fès.

Ces zones montagneuses (des collines) sont caractérisées par des précipitations journalières importantes et des pentes moins élevées et ne pénètrent pas les eaux de précipitation. Même si les superficies des bassins versants ne sont pas grandes, elles réagissent rapidement et provoquent des inondations [2.3.4].

Le moyen Sebou étudié situé dans la région de l'extrémité du nord-est du moyen atlas au début des collines du font de la campagne au nord-est de Fès, le climat est méditerranéen. D'un hiver rigoureux à un été chaud. La pluviométrie varie selon des régions entre 400 et 600 mm/an en moyenne.

La zone d'études, située à une altitude moyenne basse et moyenne élevée, a un climat méditerranéen froid en hiver, chaud et sec en été. Les pluies sont assez abondantes. Il en est de même des orages qui sont assez fréquents, en occasionnant des dégâts sérieux. Ce climat a connu depuis les années 1958 pas mal perturbations.

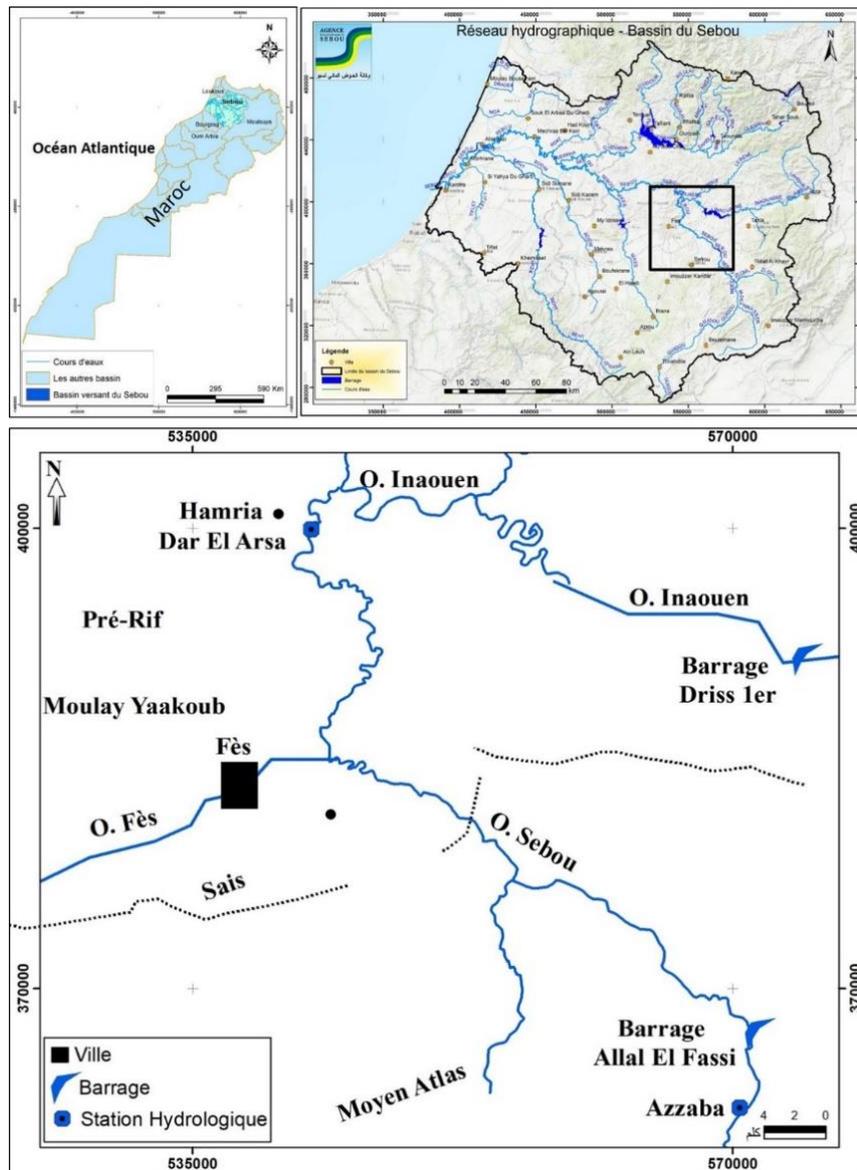


Figure N°1 : Localisation de la zone d'étude

La carte de la figure 2 a été extraite d'une carte de répartition spatiale des précipitations à l'échelle du Sebou.

En se basant sur ces résultats, nous constatons que la partie moyenne du bassin Sebou est moins arrosée par rapport à l'ensemble du bassin.

2. Méthodologie

Pour définir précisément les caractéristiques statistiques de la chronique étudiée (1958-2011) de la station Azzaba et (1973-2010) de la station Dar El Arsa, nous appliquerons une série de tests statistiques [6.7] permettant d'identifier les différentes situations extrêmes qu'a connu la zone d'études lors de ces chroniques, ainsi d'extraire l'ensemble des informations qui peuvent nous renseigner sur les caractéristiques climatiques de ces périodes [3.4].

Nous avons traité les données des précipitations enregistrées au niveau des deux stations Azzaba et Dar El Arsa à l'échelle annuelle, mensuelle, saisonnière et journalière par Excel pour extraire les différents graphiques représentatifs et les analyser par la suite [4].

Ainsi nous avons fait une analyse fréquentielle des précipitations à l'échelle annuelle et journalière, [1.9], un calcul des périodes de retour [10.11], une extraction des jours pluvieux et nous avons aussi déterminé les pluies exceptionnelles.

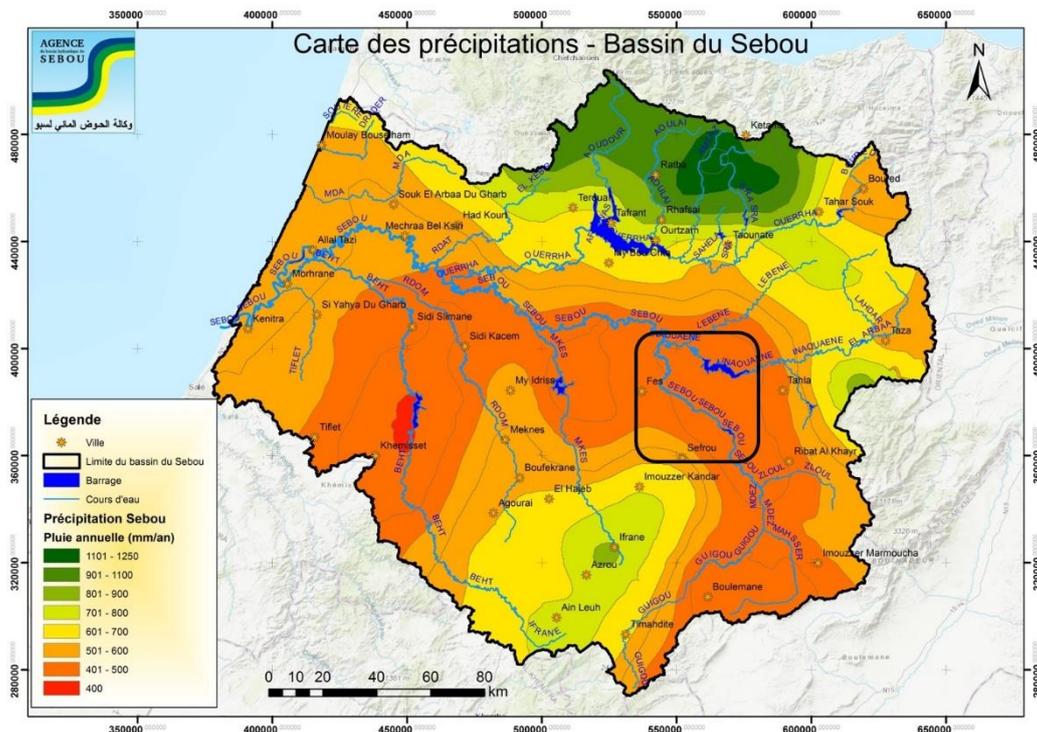


Figure N°2 : spatialisation des précipitations dans le bassin versant du Sebou
 (<http://www.abhsebou.ma/wp-content/uploads/2016>)

2.1. Analyse statistique des précipitations enregistrées à l'échelle annuelle, mensuelle, saisonnière et journalière

- Analyse des apports pluviométriques annuels ;
- Les entrées pluviométriques à l'échelle mensuelle ;
- Identification des hauteurs maximales des précipitations mensuelles ;
- Traitement des variations saisonnières des précipitations moyennes ;
- Analyse des précipitations à l'échelle journalière ;
- Extraction des pluies maximales journalières ;
- Apparition des hauteurs pluviométriques journalières.

2.2. Analyse fréquentielle des précipitations des précipitations annuelle et journalières

L'analyse fréquentielle est une méthode statistique de prédiction qui consiste à étudier les événements passés, et les caractéristiques d'un processus donnée (climatique ou autre), afin de définir les probabilités d'apparition future [5]. Quant à nous, nous allons faire une analyse fréquentielle des hauteurs pluviométriques annuelles pour les périodes précédentes, afin de déterminer la répartition de ces hauteurs sur la chronique et leur apparition.

Plusieurs lois ont été testées pour déterminer celle qui s'ajuste le mieux avec les valeurs pluviométriques des deux stations Azzaba pour la période 1958-2011 et Dar El Arsa pour la période 1973-2010. Après plusieurs tests, c'est la loi Normal, la loi Gumbel et la loi Ln-Normal qui sont les plus adaptées aux précipitations annuelles des deux stations précédentes.

D'un point de vue méthodologique, cette étude fréquentielle caractéristique passe d'abord par l'arrangement des valeurs de pluies par ordre croissant en donnant à chaque variable son rang dans la série. Ensuite nous calculerons les fréquences expérimentelles à partir de la formule suivante :

$$F=(r-0.3)/(N+0.4)$$

Avec : r : le rang de chaque valeur. N : l'effectif de l'échantillon.

Enfin nous cherchons les logs de ces valeurs calculées. Les résultats obtenus sont présentés par les figures N°5 et N°14.

2.3. Calcul des périodes de retours des précipitations annuelles

La période de retour, ou temps de retour [12] caractérise le temps statistique entre deux occurrences d'un événement naturel d'une intensité donnée. Ce terme est très utilisé pour caractériser les risques naturels. Le calcul des fréquences d'apparition des pluies annuelles avec la Loi Ln-Normal fournit des indications intéressantes pour les gestionnaires de l'aménagement [6].

2.4. Détermination des pluies exceptionnelles

Il s'agit de déterminer à partir de quelle hauteur pluviométrique nous pouvons considérer que la zone de moyen Sebou étudiée est soumise sous des pluies exceptionnelles qui peuvent donner des ressources en eau abondantes [11].

3. Résultats

Nous proposons d'analyser le climat les précipitations de la zone étudiée pour une chronique de 53 ans (1958-2011) pour Azzaba et de 37 ans (1973-2010) pour Dar El Arsa.

L'objectif principal est de déterminer les tendances climatiques, d'extraire les variabilités pluviométriques et thermiques, d'identifier les extrêmes pluviométriques qui sont à l'origine de toutes les catastrophes produites dans le moyen Sebou et de définir le rôle des hauteurs pluviométriques, en vue d'apporter des explications concernant l'état des ressources en eau que connaît cette zone.

3.1. Analyse des apports pluviométriques annuels

3.1.1. Mise au point des caractéristiques pluviométriques

Les précipitations annuelles connaissent une forte variabilité, l'écart entre le maximum (900 mm) et le minimum (200 mm) pour la station Dar El Arsa et (700 mm) et (100 mm) pour Azzaba, ce qui explique le grand contraste pluviométrique (Fig. 3).

L'analyse montre que les apports pluviométriques maximums se situent dans la station dans les années 1960, 1963, 1969, 1971, 2003, 2008, 2010, et dans les années 1975, 1976, 1977, 1978, 1988, 1995, 1996, 2002, 2007, 2008, 2009 (Fig. 4). Le maximum de ces valeurs pluviométriques ont atteint les 206 mm enregistrés en 2010 à Azzaba et 237 mm enregistrées en 1995 à Dar El Arsa.

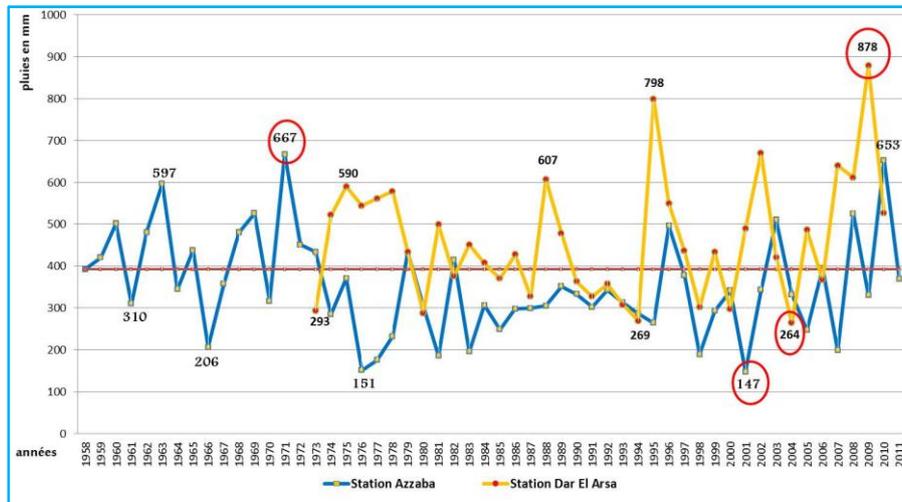


Figure N°3 : Précipitations annuelles des stations Azzaba (1958-2011) et Dar El Arsa (1973-2010) par apport à la moyenne

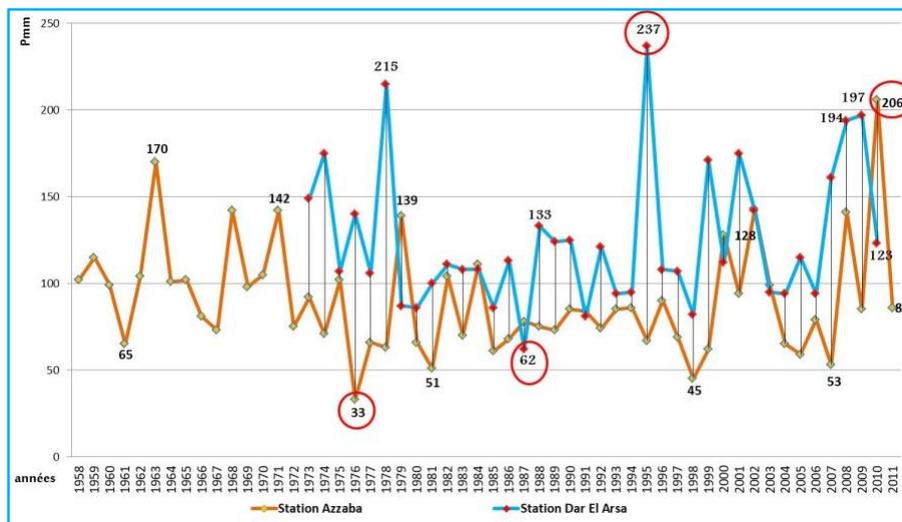


Figure N°4 : Les maximums des précipitations annuelles des stations Azzaba (1958-2011) et Dar El Arsa (1973-2010) par apport à la moyenne

3.1.2. Analyse fréquentielle des précipitations annuelles des stations Azzaba et Dar El Arsa

Selon cette répartition des précipitations annuelles à la Loi Normal, nous constatons une organisation des hauteurs pluviométriques cinq paquets à la station Azzaba (Fig. 5).

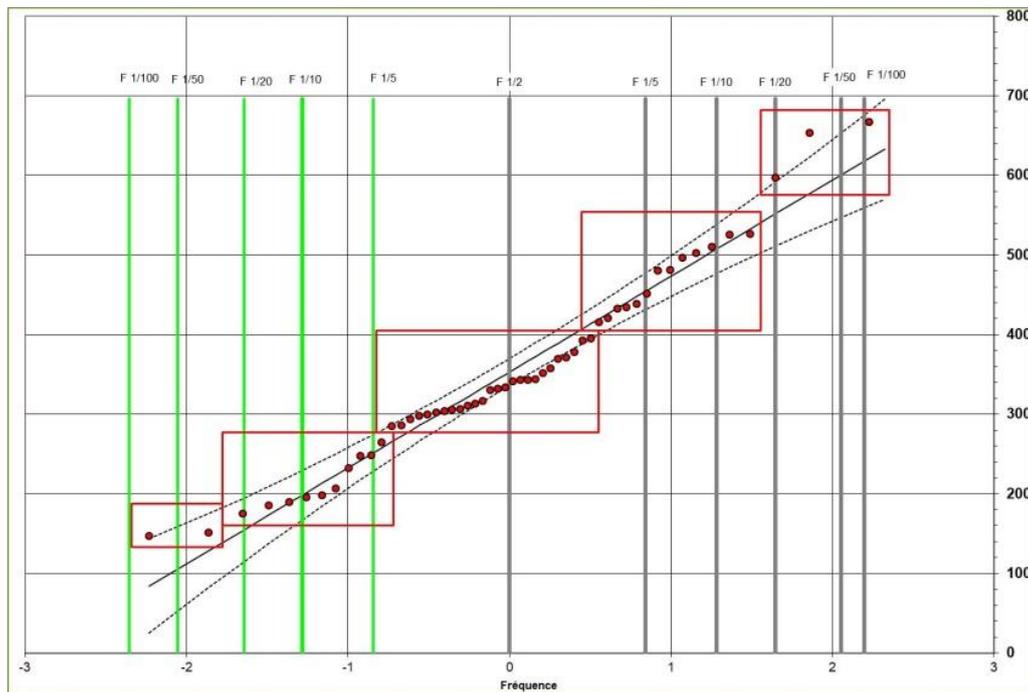


Figure N° 5 : Ajustement des précipitations annuelles d’Azzaba à la Loi Normal 1958-2011

L’ajustement des hauteurs pluviométriques à la Loi Normal donne l’apparition de cinq paquets (Figure n° 5) :

- ✓ **1^{er} paquet** regroupe **3 années** qui sont les plus humides (1963, 1971 et 2010) caractérisées par des valeurs pluviométriques très fortes.
- ✓ **2^{ème} paquet** se compose de **7 années** (1960, 1962, 1963, 1968, 1969, 1996, 2003 et 2008), caractérisées par des hauteurs pluviométriques fortes.
- ✓ **3^{ème} paquet** regroupe **32 années**, caractérisées par des précipitations maximales moyennes.
- ✓ **4^{ème} paquet** se compose de **10 années**, ce sont des années de pluviométrie faible.
- ✓ **5^{ème} paquet** regroupe **2 années** se sont des années de pluviométrie très faible.

L’ajustement des hauteurs pluviométriques à la loi Ln-Normal donne l’apparition de quatre paquets (**Figure n° 6**):

- **1^{er} paquet** se compose de **2 années** qui sont les plus humides (1995 et 2009), caractérisées par des valeurs pluviométriques très fortes.
- **2^{ème} paquet** regroupe **5 années** (1978, 1988, 2002, 2007 et 2008), caractérisées par des hauteurs pluviométriques fortes.
- **3^{ème} paquet** se compose de **22 années**, caractérisées par des précipitations maximales moyennes.
- **4^{ème} paquet** regroupe **9 années**, ce sont des années de pluviométrie faible.

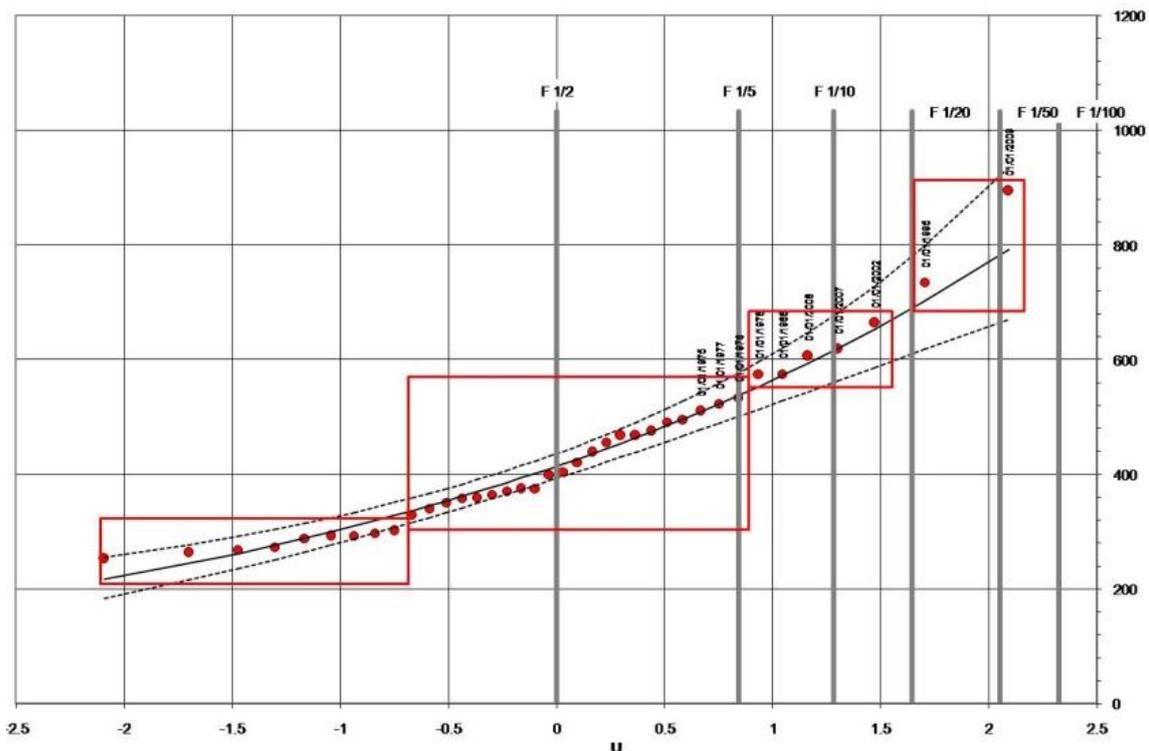


Figure N° 6 : Ajustement des précipitations annuelles de Dar El Arsa à la Loi Ln-Normal 1973-2010

3.1.3. Calcul des périodes de retour des précipitations annuelles des stations Azzaba et Dar El Arsa

D'après (Tab. 1) les valeurs obtenues, on note que la moyenne de la période de Azzaba (1958-2011) (333mm) et de Dar El Arsa (1973-2010) (418 mm) correspond à une fréquence $\frac{1}{2}$ (Tab. 1). La valeur la plus faible de la chronique de Azzaba est (147 mm) correspond à une fréquence de $\frac{1}{100}$, et de Dar El Arsa (255 mm) correspond à une fréquence de $\frac{1}{50}$.

La valeur maximale à Azzaba (667 mm 1971) correspond à une fréquence de 1/100, et à Dar El Arsa (894 mm 2009) correspond à une fréquence de 1/50. L'écart pluviométrique entre une année humide de fréquence 1/5 et une année sèche de même fréquence atteint 493,5 mm et il augmente avec les autres fréquences.

Donc pour les ressources qui sont abondantes au cours des années avec des précipitations moyennes (333 ou 418), il faut noter qu'elles vont apparaître tous les deux ans.

Fréquence	Vers le sec					1/2	Vers l'humide				
	1/10 0	1/5 0	1/20	1/10	1/5		1/5	1/10	1/20	1/50	1/100
Période de retour	100 ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Station Azzaba	14 7	15 1	17 5	19 5	24 8	33 3	45 1	510	597	653	667
Station Dar El Arsa	0	25 5	26 8	28 6	35 3	41 8	53 6	619	735	894	0

Tableau N°1 : périodes de retour pour les précipitations des stations Azzaba selon la Loi Normal (1958-2011) et Dar El Arsa selon la Loi Ln-Normal (1973-2010)

3.2. Les entrées pluviométriques à l'échelle mensuelle

Le but de cette analyse est d'avoir une idée sur la distribution des pluies à l'échelle mensuelle. En effet la variation mensuelle des pluies permet de mieux comprendre la répartition temporelle des entrées du bassin de moyen Sebou.

3.2.1. Le régime pluviométrique dans les stations d'Azzaba et Dar El Arsa

L'analyse de la figure ci-dessous (Fig. 7) met en évidence une forte variabilité pluviométrique mensuelle. En effet, on peut classer deux périodes distinctes qui sont fortement contradictoires en terme de précipitations.

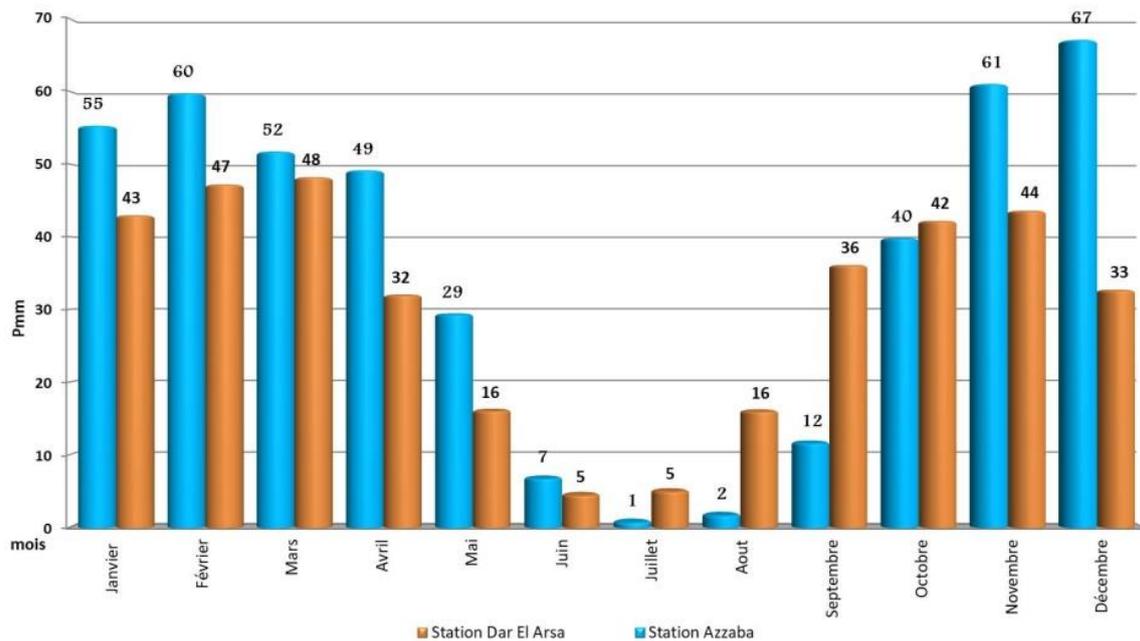


Figure N°7 : Les précipitations moyennes mensuelles des stations Azzaba (1958-2011) et Dar El Arsa (1973-2010)

- **Période Octobre-Mai** : C'est la période où la pluviométrie locale est la plus forte (48 mm en moyenne mensuelle pour le mois de Mars (1958-2011) à Azzaba, et 67 mm pour le Mois Décembre (1973-2010) à Dar El Arsa, ce qui entraîne un stockage majoritaire des précipitations sous forme de pluie.
- **Période Juin-Septembre** : Les précipitations y sont beaucoup plus faibles par rapport aux deux autres périodes (16 mm pour le mois Aout à Azzaba et 12 mm pour le mois Septembre à Dar El Arsa), comme elles peuvent être nulles (1mm, pour le mois Juillet à Azzaba et 5 mm pour les deux mois Juin et Juillet à Dar El Arsa).

Au cours de cette période les précipitations sont essentiellement dues à des phénomènes orageux locaux.

3.2.2. Identification des hauteurs maximales des précipitations mensuelles dans les stations Azzaba (1958-2011) et Dar El Arsa (1973-2010)

L'écart entre le maximum et le minimum atteint les 172 mm à Azzaba et 236 mm à Dar El Arsa, ce que montre clairement le contraste pluviométrique entre l'hiver et l'été (Fig. 8). Ce qui est étonnant, c'est la période estivale qui enregistre des valeurs très intéressantes (206 mm

en Mars 2009 à Azzaba et 237 mm en Décembre 1996 à Dar El Arsa) qui sont essentiellement liées au phénomène d'orage que connaît la ville pendant cette période.

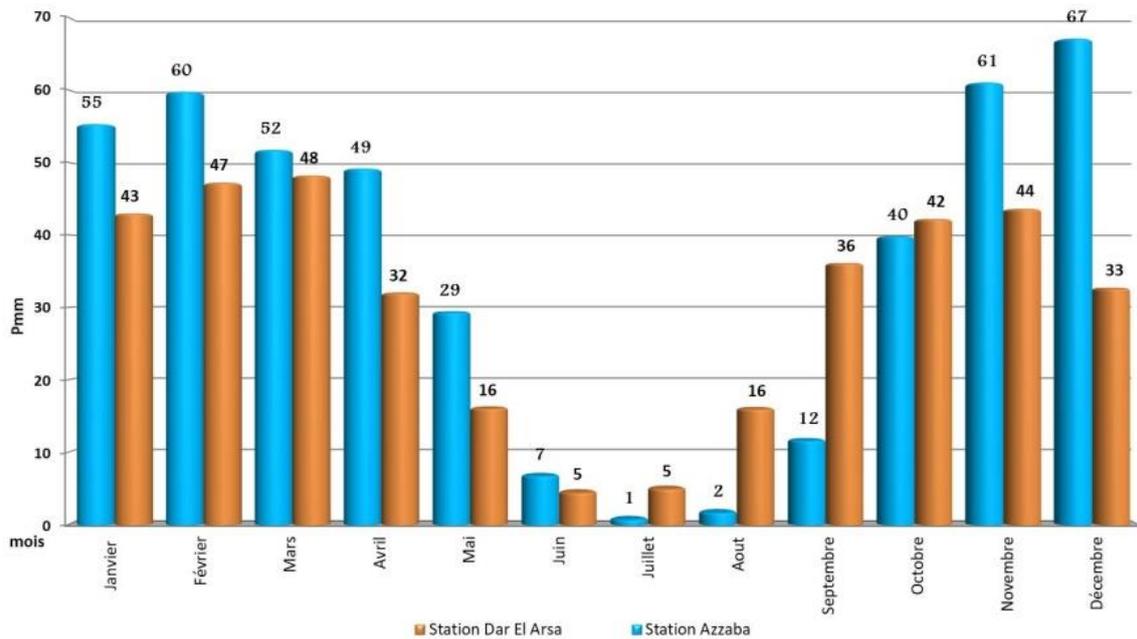


Figure N°8 : Les maxima précipitations mensuelles des stations Azzaba (1958-2011) et Dar El Arsa (1973-2010)

3.3. Traitement des variations saisonnières des précipitations moyennes à Azzaba et Dar El Arsa

L'hiver et l'automne dans les stations Azzaba et Dar El Arsa sont les deux saisons la plus pluvieuse (Fig. 9). Et on note une grande différence entre l'automne et le printemps, et que l'été a enregistré aussi une valeur importante à la station Azzaba (57mm), et moins importante à la station Dar El Arsa (14mm) liées essentiellement aux orages.

Les précipitations sont présentées durant toute l'année, ce qui explique le caractère des ressources en eau du moyen Sebou même pendant la période estivale.

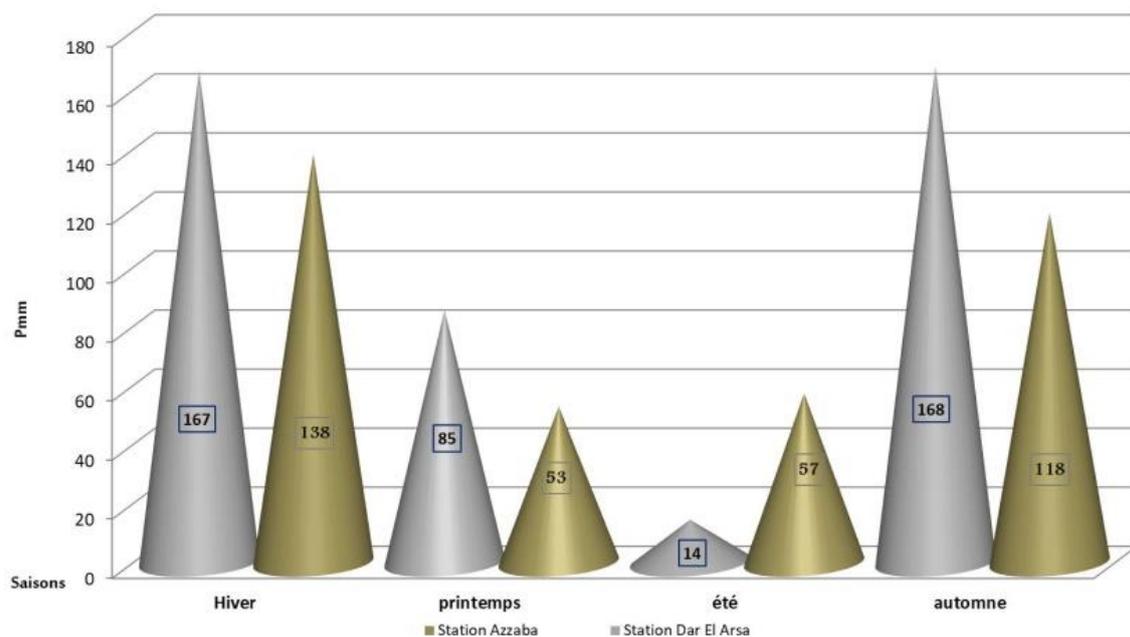


Figure N° 9 : Distribution des précipitations moyennes à l'échelle saisonnière des stations Azzaba (1958-2011) et Dar El Arsa (1973-2010)

3.4. Analyse des précipitations à l'échelle journalière

L'objectif principal de cette analyse est de faire une mise au point sur les caractéristiques des hauteurs pluviométriques journalières et d'évaluer leur intensité.

3.4.1. Extractions des pluies maximales journalières des stations Azzaba et Dar El Arsa

Le but est d'extraire les pluies maximales journalières, de déterminer leurs apparitions, de réaliser une analyse fréquentielle afin de déterminer enfin les pluies exceptionnelles des deux stations Azzaba et Dar El Arsa et puis extraire les épisodes pluvieux de la chronique étudiée [8].

L'analyse des précipitations journalières des deux stations Azzaba et Dar El Arsa pour cette chronique (Fig. 9), montre une irrégularité interannuelle caractérisée par une forte variabilité au niveau des hauteurs pluviométriques enregistrées [9]. Via ces résultats, on doit noter les écarts significatifs entre les précipitations maximales journalières enregistrées dans ces stations. Si le maximum atteint les 140 mm en 2009 à Azzaba et 107 mm en 2009 à Dar El

Arsa, il existe des maximas qui n’atteignent même pas les 13 mm en 1980 à la station Azzaba et 20 mm en 1980 à la station Dar El Arsa, qui ont des caractères secs.

3.4.2. Apparition des hauteurs pluviométriques journalières

Contrairement aux maxima mensuels qui apparaissent en Mars à Azzaba et en Décembre à Dar El Arsa, les maximas journaliers apparaissent en Avril (140 mm) à Azzaba et en Novembre (107 mm) à Dar El Arsa.

Les mois de Juin et juillet connaissent aussi des valeurs très importantes essentiellement liées aux orages (Fig. 10, 11 et 12).

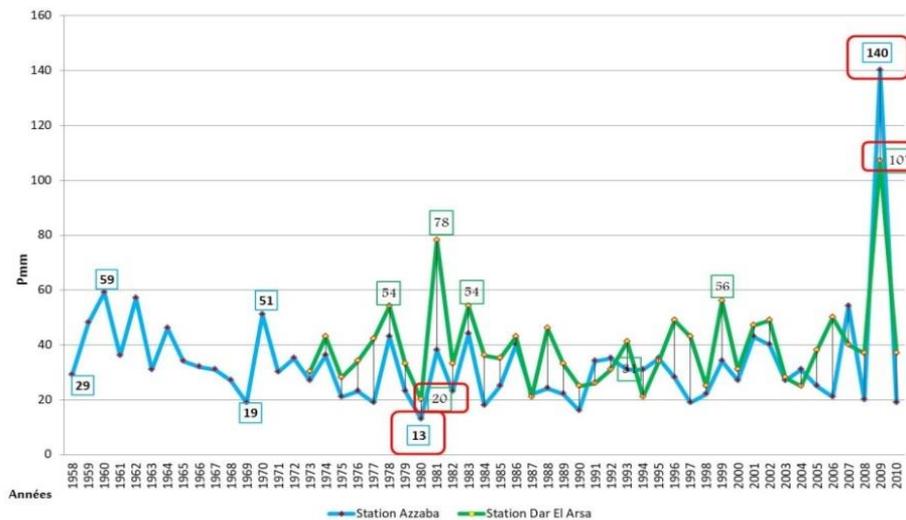


Figure N° 10 : Les maximums des précipitations journalières à l’échelle annuelle, des stations Azzaba (1958-2011) et Dar El Arsa (1973-2010)

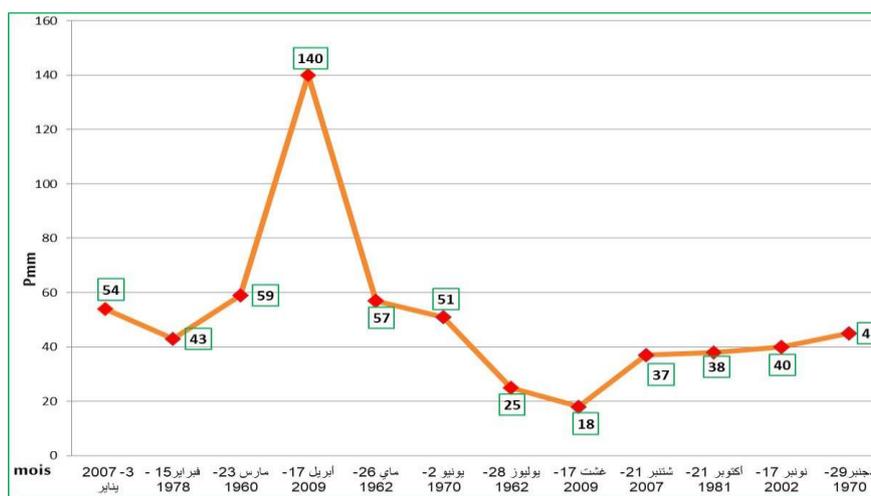


Figure N° 11 : Les maximums des précipitations journalières (mensuels) à Azzaba (1958-2011)



Figure N° 12 : Les maximums des précipitations journalières (mensuels) à Dar El Arsa (1973-2010)

Si l'apparition de ces hauteurs maximales en Novembre est tout à fait normale, ce qui est surprenant c'est le mois d'Avril qui se caractérise aussi par l'apparition de ces hauteurs pluviométriques importantes.

3.4.3. Extraction des jours pluvieux dans les stations Azzaba (1958-2011) et Dar El Arsa (1973-2010)

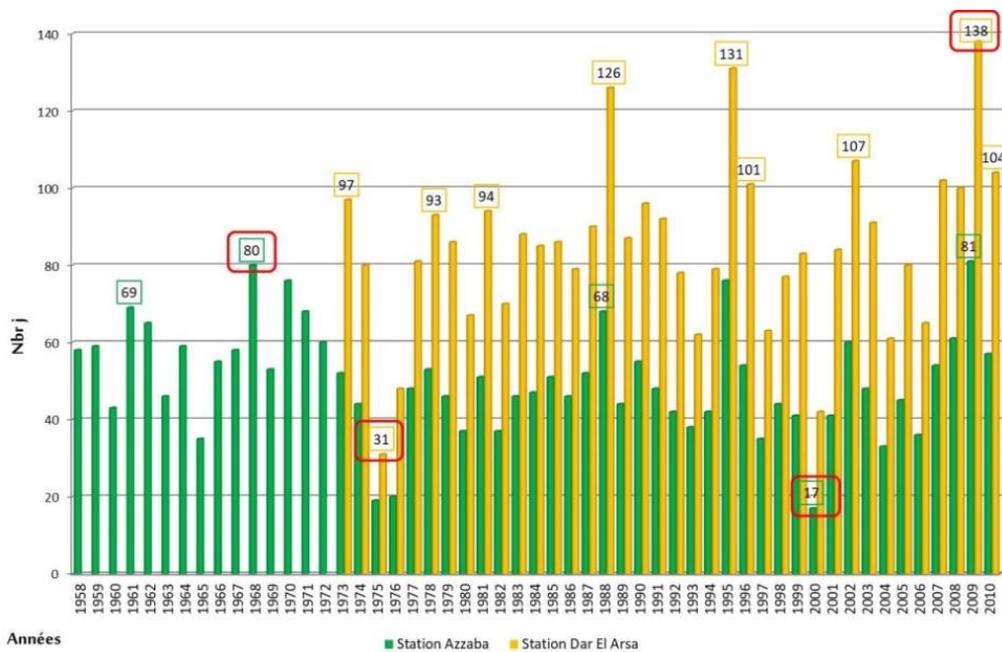


Figure N° 13 : Extraction des jours pluvieux à l'échelle annuelle, pour les stations Azzaba (1958-2010) et Dar El Arsa (1973-2010)

Selon les figures 13 et 14, le nombre des jours pluvieux se diffère d'une année à l'autre (années humides et années sèches), ce nombre s'élève à 81 jours en 2009 et 80 jours en 1988 à la station Azzaba, et 83 jours en 1996 et 72 jours en 2009 et 71 jours en 2008 à la stations Dar El Arsa (années humides), contre une diminution de 17 jours en 2000 à Azzaba et 35 jours en 1993 à Dar El Arsa (années sèche).

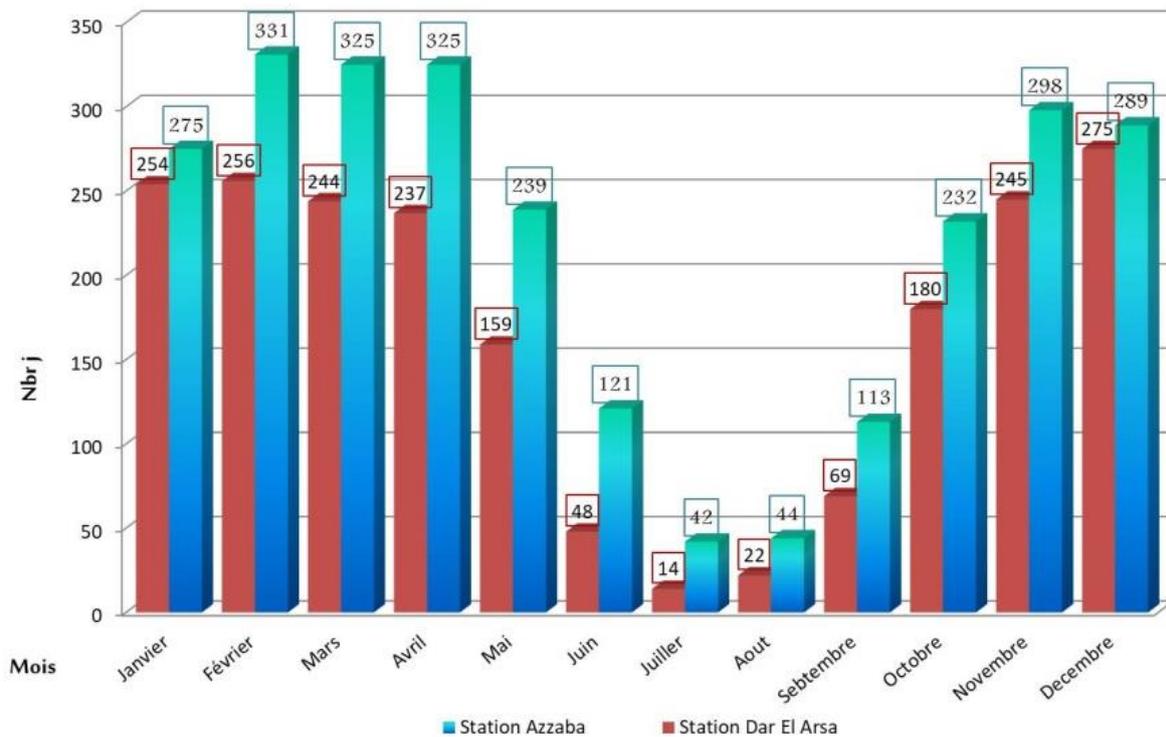


Figure N° 14 : Extraction des jours pluvieux (mensuels), pour les stations Azzaba (1958-2010) et Dar El Arsa (1973-2010)

Il est clair que la variation de ces jours pluvieux montre les probabilités d'abondantes des ressources en eau.

3.4.4. Analyse fréquentielle de précipitations maximums journalières

A la première lecture des deux figures 15 et 16, on note une bonne distribution des hauteurs maximales sauf pour les années (1969, 1977, 1980, 1984, 1990, 1997 et 2006) pour la station Azzaba et les années (1980, 1987 et 1994), qui se positionnent vers le haut et le bas des deux droites. (Normale à Azzaba et Frechet à Dar El Arsa).

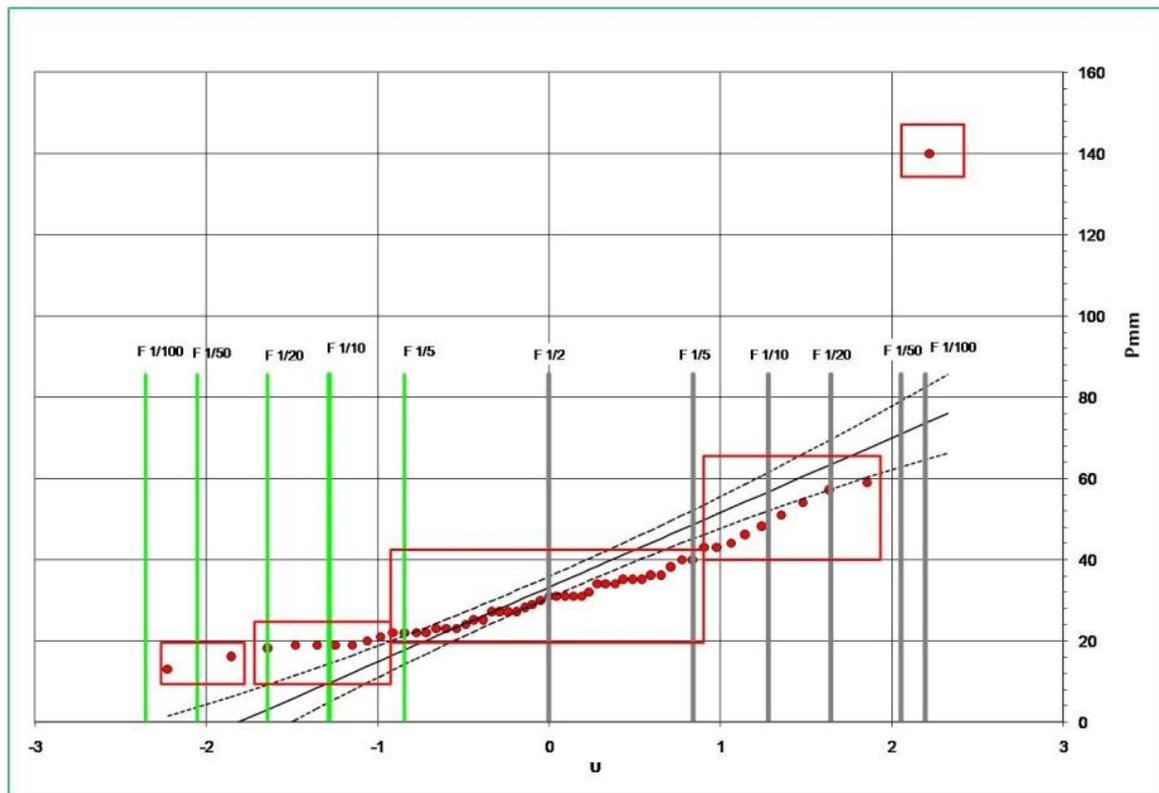


Figure N° 15 : Ajustement des précipitations maximums journalières à la Loi Frechet à la station Azzaba

Néanmoins, on peut classer les années ajustées en cinq paquets à Azzaba (Fig. 13) et quatre paquets à Dar El Arsa (Fig. 16) :

- ❖ Le **premier paquet** se compose de **2 années**, caractérisées par des valeurs pluviométriques maximales très faibles ;
- ❖ Le **deuxième paquet** se compose de **7 années**, caractérisées par des hauteurs maximales de faibles moyennes ;
- ❖ Le **troisième paquet** se compose aussi de **34 années**, caractérisées par des précipitations maximales moyennes fortes ;
- ❖ Le **quatrième paquet** se compose de 9 années, caractérisées par des hauteurs maximales fortes ;
- ❖ Le **cinquième paquet** ne se compose que **d'une (1) année** avec des hauteurs pluviométriques très fortes.

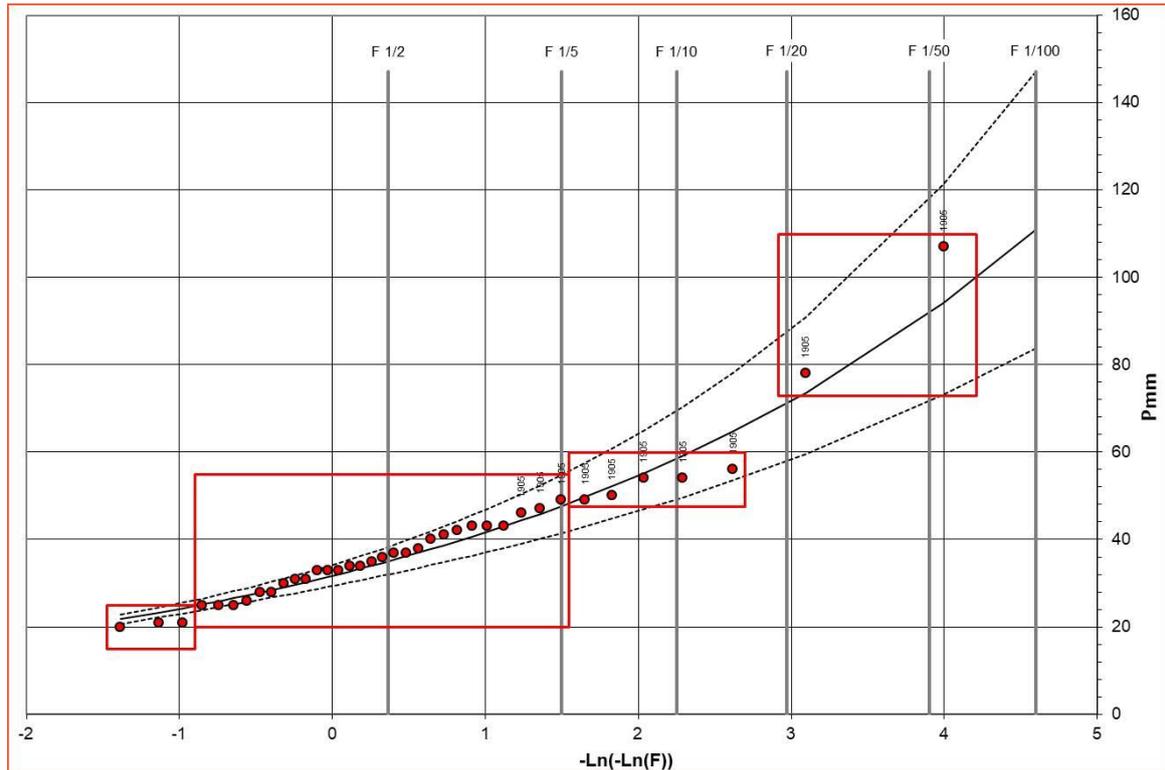


Figure N° 16 : Ajustement des précipitations maximales journalières à la Loi Frechet à la station Dar El Arsa

- ☉ Le **premier paquet** regroupe **3 années**, caractérisées par des hauteurs maximales faibles ;
- ☉ Le **deuxième paquet** se compose de **27 années**, avec des hauteurs pluviométriques moyennes fortes ;
- ☉ Le **troisième paquet** regroupe **6 années**, caractérisées par des précipitations maximales fortes ;
- ☉ Le **quatrième paquet** se compose **2 années**, avec des maximums pluviométriques très forts.

3.5. Calcul des périodes de retour des précipitations journalières

D'après (Tab. 2) les valeurs obtenues, on note que la moyenne de la période 1958-2011 (33,2 mm) à Azzaba et (35 mm) (1973-2010) à Dar El Arsa, correspond à une fréquence $\frac{1}{2}$ (Tab. 2). La valeur la plus faible des deux chroniques (13 mm) à Azzaba et (20 mm) Dar El Arsa correspond à une fréquence de $\frac{1}{50}$.

Fréquence	Vers le sec					1/2	Vers l'humide			
	1/50	1/20	1/10	1/5		1/5	1/10	1/20	1/50	1/100
Période de retour	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Station Azzaba	13	18	19	22	33,2	48,7	56,7	63,4	71	76
Station Dar El Arsa	20	23	25	32	35	47,7	58,5	78	107	0

Tableau N° 2 : Période de retour pour les précipitations journalières des stations Azzaba et Dar El Arsa

La valeur maximum (76 mm) à Azzaba correspond à une fréquence de 1/100 et (107 mm) à Dar El Arsa correspond à une fréquence de 1/5. L'écart pluviométrique entre une année humide de fréquence 1/100 et une année sèche de même fréquence atteint (26,7 mm) à la station Azzaba et (15,7 mm) à la station Dar El Arsa et ils augmentent avec les autres fréquences.

Donc pour les ressources qui sont abondantes au cours des années avec des précipitations moyennes (33,2 mm) à Azzaba et (35 mm) à Dar Ekl Arsa, il faut noter qu'elles vont apparaître tous les deux ans.

3.6. Détermination des pluies exceptionnelles des deux stations Azzaba et Dar El Arsa

Si nous considérons que (22 mm) à Azzaba et (32 mm) à Dar El Arsa, sont des valeurs des précipitations exceptionnelles, on note 44 fois à Azzaba et 26 fois à Dar El Arsa des précipitations qui sont responsables d'abondantes des ressources en eau (Tab. 3).

Or, lors de notre visite du terrain, les témoignages confirment l'existence supérieure à 20 fois pour les deux périodes d'études. Ce qui nous pousse à considérer ces valeurs comme P exceptionnelles mais qui sont responsables de l'abondantes des ressources en eau [7].

Si nous retenons la valeur de la deuxième méthode 33,2 mm Azzaba et 39,6 mm à Dar El Arsa, nous constatons que cette valeur apparaît presque toutes les années, ce qui est encore contradictoire avec les informations recueillies du terrain.

Pour cette raison nous prenons cette valeur avec prudence.

		Méthode (1) Fréquence 1/5	Méthode (2) Médiane	Méthode (3) Moyenne	Méthode (4) le minimum
Station Azzaba (1958-2010)	Pluies mm	22	33,2	31	13
	Fréquence de l'année exceptionnelle	44	21	27	Toutes les années
Station Dar El Arsa (1973-2010)	Pluies mm	32	39,6	36,5	20
	Fréquence de l'année exceptionnelle	26	16	20	Toutes les années

Tableau N° 3: Les méthodes de la détermination des pluies exceptionnelles et leur apparition sur les chroniques (1958-2010) à Azzaba et (1973-2010) à Dar El Arsa

Enfin, si nous prenons la valeur de la troisième méthode qui correspond à 31 mm à Azzaba et 36,5 à Dar El Arsa, son apparition de 27 fois à Azzaba et 20 fois à Dar El Arsa, mais si nous prenons la valeur de la quatrième méthode qui correspond à 13 mm à Azzaba et à 20 mm à Dar El Arsa.

Son apparition pendant toutes les années des deux périodes étudiées, et son croisement avec les informations du terrain nous constatons que ce sont les valeurs les plus pertinentes qui sont responsables de la plupart des phénomènes associées à l'abondance de l'eau que connaît le moyen Sebou Aval de Fès.

Globalement, toutes ces valeurs restent considérables, mais ce qui paraît très important, c'est de savoir leur impact sur les douars et plaine inondable de moyen Sebou étudié et leurs mois d'apparition puisque ces valeurs en hiver auront plus d'impact qu'en été.

4. Discussion

Dans le travail, il a été démontré que dans ce nouveau contexte climatique, la zone du moyen Sebou a connu une variabilité climatique qui se constate sur les trois niveaux :

A l'échelle temporelle, l'analyse des précipitations annuelles des deux stations Azzaba pour la période (1958-2011) et Dar El Arsa pour la période (1973-2010) une forte variabilité, donc les précipitations annuelles peuvent varier assez fortement d'une année à l'autre.

Aussi l'analyse des hauteurs maximales montrent que les entrées pluviométriques peuvent atteindre des valeurs très significatives, qui peuvent jouer un rôle très important dans la ressource en eau dans le moyen Sebou étudié, mais qui peuvent aussi en apporter un excès ce qui favorise sa circulation, ce qui sort de cette analyse, c'est que les valeurs des précipitations maximales, sont toutes supérieures à 100 mm sauf pour les années (2008, 2009 et 2010), ce qui montre l'abondance pluviométrique dans la zone d'études.

Cette abondance pluviométrique contribue à l'apparition du phénomène associés à l'abondance de l'eau.

Au niveau mensuel et saisonnier, la zone étudiée au moyen Sebou reçoit des précipitations durant toute l'année, avec un hiver plus pluvieux (138 mm) à Azzaba et (167 mm) à Dar El Arsa et un automne un peu moins arrosé (118 mm) à Azzaba et (168 mm) à Dar El Arsa, et des orages en printemps (53 mm) à Azzaba et (85 mm) à Dar El Arsa, ce qui explique le caractère d'abondance d'eau de la zone du moyen Sebou même pendant la période estivale.

Donc, d'après les hauteurs maximales on note que dans le domaine d'études l'apparition des phénomènes associés à l'abondance de l'eau tout au long de l'année est une situation normale voir habituelle.

A l'échelle journalière, les stations Azzaba et Dar El Arsa ont enregistré des précipitations maximales significatives qui peuvent atteindre parfois les 140 mm à Azzaba et 107 mm à Dar El Arsa, ces valeurs journalières qui paraissent importantes sont à l'origine de la ressource en eau et aussi des catastrophes d'inondations, lorsque ces valeurs arrivent ou dépassent les valeurs des exceptionnelles (33,2 mm) à Azzaba et (39,6 mm) à Dar El Arsa, et quand ils pleuvent à torrent.

Conclusion

La vallée de moyen Sebou est une zone fertile pour l'étude et le suivi des ressources en eau, car il s'agit d'une zone de mobilité constante, de sorte que l'intervention est un devoir de protéger ces ressources et la zone dans laquelle elles existent.

La nature du bassin du moyen Sebou en particulier la zone étudiée et ses compositions naturelles, souligne clairement que cette région possède d'abondantes ressources en eau, car c'est une région avec un climat généreux en termes d'abondance des précipitations et son exceptionnel dans de nombreux cas, avec un sol argileux fragile et souvent n'infiltré l'eau sous terrain, avec sa faible couverture végétale et son excellence avec réseau d'eau abondant et fort.

Les deux stations reçoivent des chutes de pluie caractérisées par des fluctuations et des variations d'une année à l'autre et entre les saisons et entre les mois et entre les jours et l'autre, et même dans la même journée, mais surtout abondante, ce qui donne des précipitations exceptionnelles, ce qui rend les ressources en eau un danger pour la région.

BIBLIOGRAPHIE

- يزمي زطايط محمد، الغاشي محمد و الخالقي يحيى، 2018. "الفيضانات ووقعتها السوسيو-مجالى بوادي سبو الأوسط حالة جماعات: "الوادين، عين قنصرة وعين بوعلي" إقليم مولاي يعقوب-فاس". أشغال الندوة: المناخ والماء والمجتمع (CES'2015). جامعة السلطان مولاي سليمان، كلية الآداب والعلوم الإنسانية بني ملال. 34-50.
- يزمي زطايط محمد و الطاوس عالي، 2020. "التغيرات المناخية وتأثيرها على الجريان المائي لواد سبو الأوسط، نموذج محطة دار العرصة (مقدمة الريف، المغرب)". أشغال الندوة: المناخ والماء والمجتمع (CES'19). جامعة السلطان مولاي سليمان، كلية الآداب والعلوم الإنسانية بني ملال. 69-74.
- وكالة الحوض المائي لسبو (2008): محضر اجتماع مجلس إدارة الوكالة برسم سنة 2007. ص ص: 11، 12، 18.
- وكالة الحوض المائي لسبو. (2005): برنامج العمل للوقاية من الفيضانات بحوض سبو. ص ص: 1-18.
- ABHS. (2008) : Crue du 10 octobre 2008 dans le haut Sebou. 8p.
- ABHS. (2007) : Situation hydrologique du bassin du Sebou Septembre 2006 à avril 2007. Bulletin N°19. Mai 2007. 17p.
- CRL. (2000) : Plan d'aménagement de Centre HAMRIA Commune Rural LOUADAINE. Préfecture Zouagha Moulay Yacoub. N° 2/99, A.U.S.F. pp. 1-63.
- El Ghachi. M, Aafir. M, Bouberria. A et Qadem. A. (2011): Analyse des tendances pluviométriques dans la ville de Taza dans un contexte de variabilité climatique. Faculté Polydisciplinaire de Taza, Filière de Géographie, (Maroc). pp. 1-15.
- Laborde. J.P. (2000) : Eléments d'hydrologie de surface. Université de Nice-Sophia Antipolis. « UMR5651" espace du CNRS. Équipe gestion et valorisation de l'environnement.191p.