

ÉVOLUTION DU RÉGIME PLUVIOMÉTRIQUE SUR UN SIÈCLE DANS LA PROVINCE DE SETTAT, MAROC

Abdelali SEBBAR¹, Hassan FOUGRACH², Mohamed HSAINE², Wadi BADRI².

¹ *Direction de la Météorologie Nationale (DMN), BP 8106-Casa Oasis; Bd Mohamed Taïb Naciri Hay Hassani, Casablanca. Maroc. sebbar202@gmail.com*

² *Laboratoire Ecologie et Environnement (LEE), Equipe Ecologie et Ecophysiologie Végétale (3EV), Faculté des Sciences Ben M'Sik- Casablanca. Université Hassan II- Casablanca. bl.wadi@hotmail.fr*

Résumé : Depuis les années 1970, l'Afrique du Nord a connu une hausse des températures, une baisse pluviométrique et la multiplication d'événements extrêmes. Le Maroc n'a pas échappé à ces conditions difficiles qui pèsent lourdement sur les activités économiques et agricoles, réduisent considérablement les ressources en eau mobilisables pour une population sans cesse croissante. Ainsi, nous proposons une étude sur l'évolution du régime pluviométrique dans la province de Settat située au centre ouest du Maroc. L'étude des tendances a montré une tendance à la baisse mais non significative. D'autre part, une rupture a été signalée au sein de la série aux alentours de 1979. Et en fin, nous avons identifié les périodes des sécheresses les plus persistantes et sévères, à travers l'indice pluviométrique standardisé (IPS).

Mots-Clés : Variabilité climatique ; Pluviométrie ; sécheresse ; Maroc.

Abstract: Evolution of the rainfall regime over a century in the province of Settat, Morocco. Since the 1970s, North Africa has experienced rising temperatures, falling rainfall and an increase in extreme events. Morocco has not escaped these difficult conditions that weigh heavily on economic and agricultural activities, considerably reduce the water resources that can be mobilized for an ever-growing population. Thus, we propose a study on the evolution of the rainfall regime in the province of Settat located in the center west of Morocco. The study of the trend showed a downward trend but not significant. On the other hand, a break was reported within the series around 1979. Finally we identified the periods of the most persistent and severe droughts, through the standardized rainfall index (IPS).

Key words: Climate variability; Rainfall; drought; Morocco.

Introduction

Dans les pays arides et semi-aride de l'Afrique du Nord, la variabilité climatique s'est manifestée depuis les années 1970, par une hausse des températures de l'ordre de 0,6 °C, une baisse pluviométrique et par la multiplication d'événements extrêmes. Le Maroc n'a pas échappé à ces conditions difficiles qui pèsent lourdement sur les activités économiques et agricoles, réduisent considérablement les ressources en eau mobilisables pour une population sans cesse croissante. Plusieurs études ont été effectuées pour déceler d'éventuelles fluctuations climatiques sur cette partie du globe. Ainsi, depuis les années 1950, Debrach et *al.*, et Daget ont étudié les précipitations atmosphériques au Maroc et caractérisé le bioclimat méditerranéen. D'autre part, (Amraoui L., 2011 ; Sebbar et *al.*, 2012 ; Belaassal A., 1998) ont évoqué l'évolution climatique récente en Afrique du Nord-Ouest en liaison avec la circulation atmosphérique.

Dans ce cadre, nous proposons une étude sur l'évolution du régime pluviométrique dans la province de Settat située au centre ouest du Maroc et qui dispose d'une base de données qui dépasse un siècle. Nous allons étudier les tendances par le test de Mann Kendall, déceler d'éventuelles ruptures au sein

de la série par le test de Pettitt et par la segmentation d'Hubert. Et identifier les dates des sécheresses les plus persistantes, à travers l'indice pluviométrique standardisé (IPS).

1. Zone d'étude et base de données

1.1. Zone d'étude

Située au centre-ouest du Maroc, entre les longitudes 7° 13' W et 8°31' W et les latitudes 32°57' N et 33°43' N. La superficie de la province s'étend sur environ 7220 km², ce qui constitue 35% de la superficie régionale. Sur une altitude qui varie de 200 à 550 m, la province (figure 1) se caractérise par un climat de type continental semi-aride. Ses étés sont chauds avec des températures maximales allant de 35° à 45°C et ses hivers sont frais de 5° à 15°C (Sebbar et al., 2018). Variables d'une année à l'autre, les précipitations sont faibles. Elles sont de l'ordre de 360 mm en moyenne.

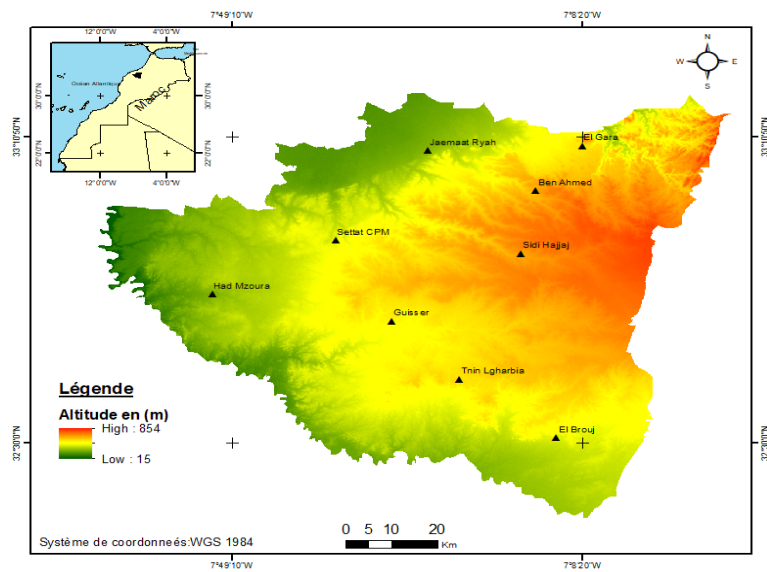


figure 1 : Localisation de la zone d'étude et ses caractéristiques

1.2. Base de données

La base de données mise à notre disposition provient des services d'hydrologie, des plans directeurs et du centre provincial météorologique de Settat. Elle se compose des cumuls pluviométriques mensuels et annuels sur la période qui s'échelonne de 1910 à 2020. On a utilisé les cumuls pluviométriques de l'année agricole qui débute au premier septembre de l'année K et finit le 31 août de l'année K+1. Ce choix se justifie par le fait que, dans le domaine méditerranéen, la saison pluvieuse commence au mois de septembre et s'achève au mois de mai. Pour reconstituer les données manquantes nous avons employé la méthode de Laborde et Mahous 1998 par rapport aux stations avoisinantes de Nouasser et Casablanca, l'homogénéité de la série a été vérifiée à l'aide de logiciel Anclim (Stépànek, 2005) par l'approche relative à la méthode d'Alexandersson et comme station de référence la station de Casablanca.

Tableau 1: Caractéristiques de la station étudiée

Station	Longitude	Latitude	Altitude	Période	Moyenne (mm)	Ecart-type	Coefficient de variation Cv (%)
Settat	7° 37' W	32°57' N	407.5 m	1910/2020	360	118	34

2. Méthodologie et résultats

D'après Kendall et Stuart (1943), l'analyse d'une série temporelle a pour but d'améliorer la compréhension des mécanismes statistiques générateurs de cette série d'observations. Ainsi, notre démarche d'analyse chronologique des pluies comprend trois étapes différentes : l'analyse de la tendance générale de l'évolution des précipitations, la détection des ruptures au sein de la série pluviométrique et la quantification de la réduction pluviométrique de part et d'autre de la date de rupture et enfin la mise en évidence ses phases pluvieuses et des phases sèches en appliquant l'IPS pour notre cas.

2.1. Etude des tendances pluviométriques annuelles et saisonnières

Pour étudier le régime annuel des précipitations et sa tendance sur la zone d'étude, nous avons employé en premier lieu la courbe de tendance linéaire, et en deuxième lieu nous avons utilisé le test de Mann Kendall pour déceler la significativité ou non de la tendance.

A la province de Settat, la valeur maximale est de l'ordre de 624 mm enregistrée en 1962/63 alors que la valeur minimale 117 mm est enregistrée en 1980/81. D'autre part, d'après la figure 2, il ressort que le régime pluviométrique annuel se caractérise par une grande variabilité inter annuelle. De plus la tendance linéaire signale une baisse importante des précipitations avec une pente de l'ordre de - 0.84. Le résultat du test de Mann Kendall signale que cette tendance n'est pas significative au sens statistique du terme ($P_{\text{value}} = 0,99$)

D'après la figure 3, les régimes pluviométriques saisonniers de la station de Settat se caractérisent par, une tendance à la baisse non significative pour l'hiver et le printemps, tandis que, l'automne présente une stabilité relative des précipitations. Ainsi, on peut lier la baisse pluviométrique annuelle à la baisse des deux saisons, d'hiver et du printemps.

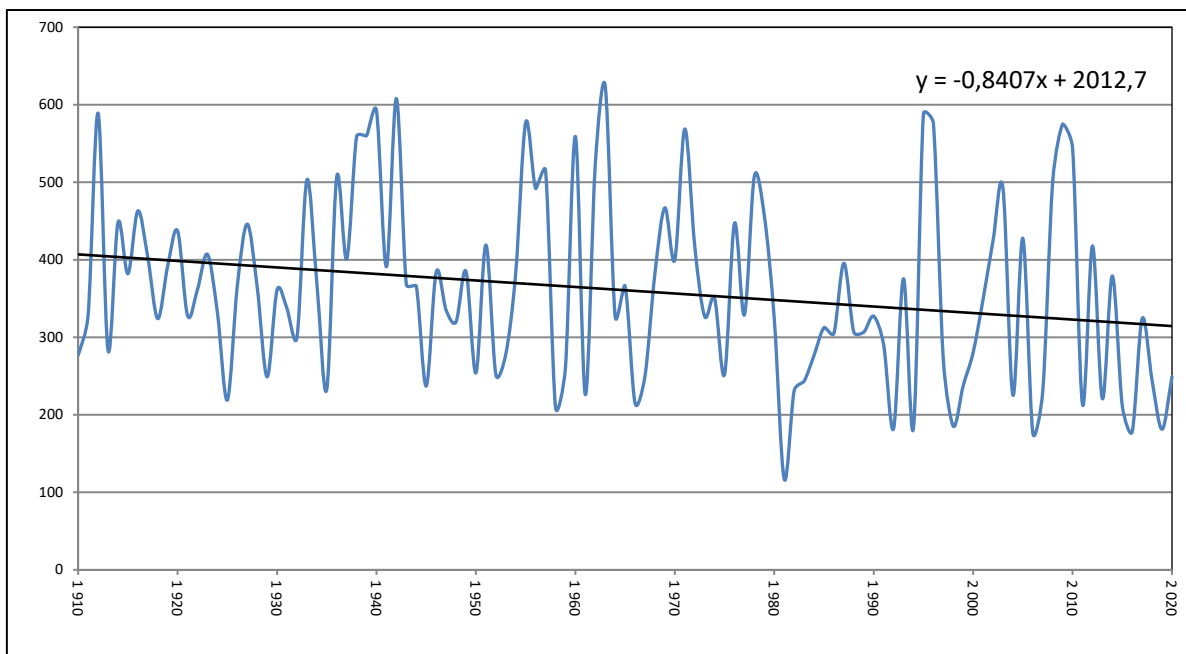


figure 2 : Évolution de la pluviométrie à la province de Settat 1910/2020

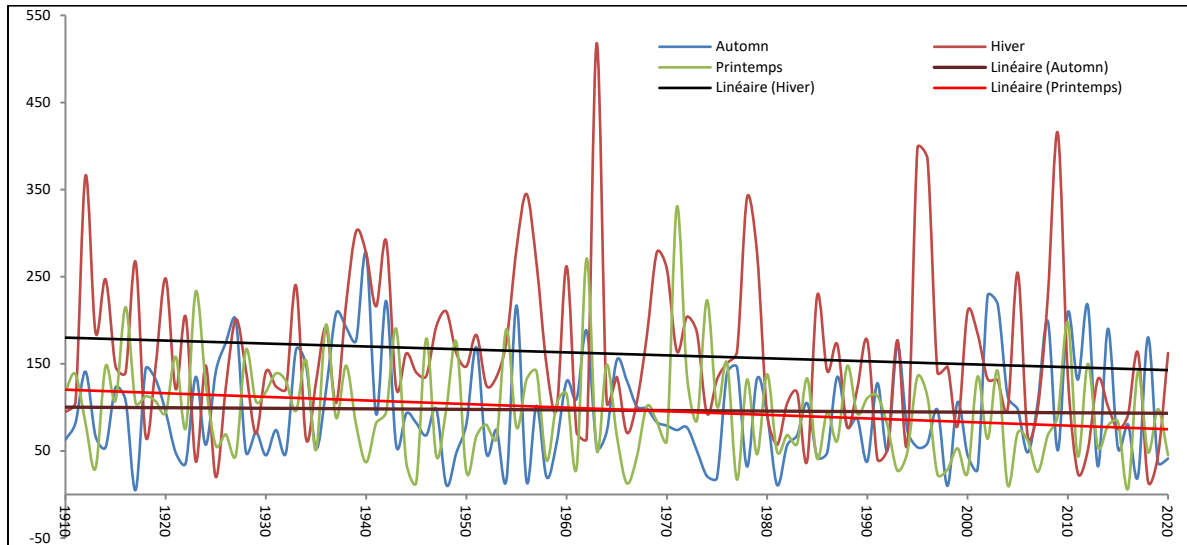


figure 3 : Évolution de la pluviométrie saisonnière à la province de Settât 1910/2020

2.2. Etude des ruptures et de la sécheresse

La caractérisation des fluctuations du régime pluviométrique repose sur l'analyse statistique, notamment la détermination des ruptures au sein de la série chronologique des pluies, sur des périodes, les plus longues possibles (Servat et al., 1999).

L'application de la méthode non paramétrique de Pettitt 1979, et celle bayésienne de Lee et Heghinian 1977, nous a permis d'identifier une rupture au sein de la série aux alentours de 1979 (Tableau 2). Cette rupture correspond aussi à la date du début du déficit pluviométrique au Maroc. Ce dernier s'intègre à la fluctuation du régime pluviométrique observée au cours des années 1970 et au début des années 1980 en Afrique du nord (Meddi et al., 2009 ; Hnia, 2010, Sebbar et al., 2011). D'autre part, nos résultats des tendances pluviométriques concordent avec la baisse des précipitations à partir de 1975 sur la bande composant la rive sud méditerranéenne (Meddi et al., 2009)

Par la suite nous avons calculé le taux de réduction pluviométrique annuelle par la formule suivante : Où : T_r : Taux de réduction pluviométrique. M_1 : Moyenne annuelle pluviométrique avant la rupture (1979). M_2 : Moyenne annuelle pluviométrique après la rupture (1979).

$$T_r = \left[\frac{M_1 - M_2}{M_1} \right] * 100$$

Tableau 2 : Date de rupture à la station de Settât

Station	Date de rupture Test de Pettitt	Date de rupture Test de Lee Heghinian	Taux de réduction (%)
Settât	1979	1979	19

Ces résultats vont dans le même sens que les conclusions du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat de 2021 (GIEC, 2021) et les prévisions de Coste et al., 2021. Par ailleurs, à l'échelle de la rive sud méditerranéenne, les recherches effectuées par Meddi et al., (2009) en Algérie, et par Bouzaiane et Laforgue (1986) en Tunisie, signalent la presque la même date de rupture (1975) et montrent l'extension spatiale de la sécheresse accompagnée d'une nette réduction pluviométrique moyenne de l'ordre de 20 %. A l'échelle nationale, Singla et al., (2010) et Khomsi et al., (2011),

décrivent également au Maroc une rupture climatique qui débute vers 1976 dans certaines régions, et qui s'étend largement vers 1979-1980 à la presque totalité du territoire.

2.3. Etude de la sécheresse

L'objectif de notre travail est de caractériser la sécheresse climatique sur le plan de la province de Settat pour la période 1910/2020 à travers le calcul de l'Indice pluviométrique standardisé (IPS) à l'échelle annuelle. Les résultats nous montrent à travers la figure 4, d'une part, l'identification d'une tendance importante à la baisse de l'IPS et d'autre part, selon les moyennes mobiles et centrées sur 7 ans, nous avons décelé des phases humides et sèches. Ainsi, une phase humide au cours des années 1930, une phase normale au cours des années 1950, 1960, 1970. A partir de l'année 1979 date de rupture, début d'une phase sèche qui perdure jusqu'à nos jours. En effet, la persistance de la sécheresse au cours des années 1980, 1990 et 2000 a réduit considérablement les ressources en eau. De plus, la tendance de la moyenne mobile signale une phase sèche vers la fin de la décennie 2010. Cette situation nécessite une bonne gestion des ressources en eau superficielles et souterraines.

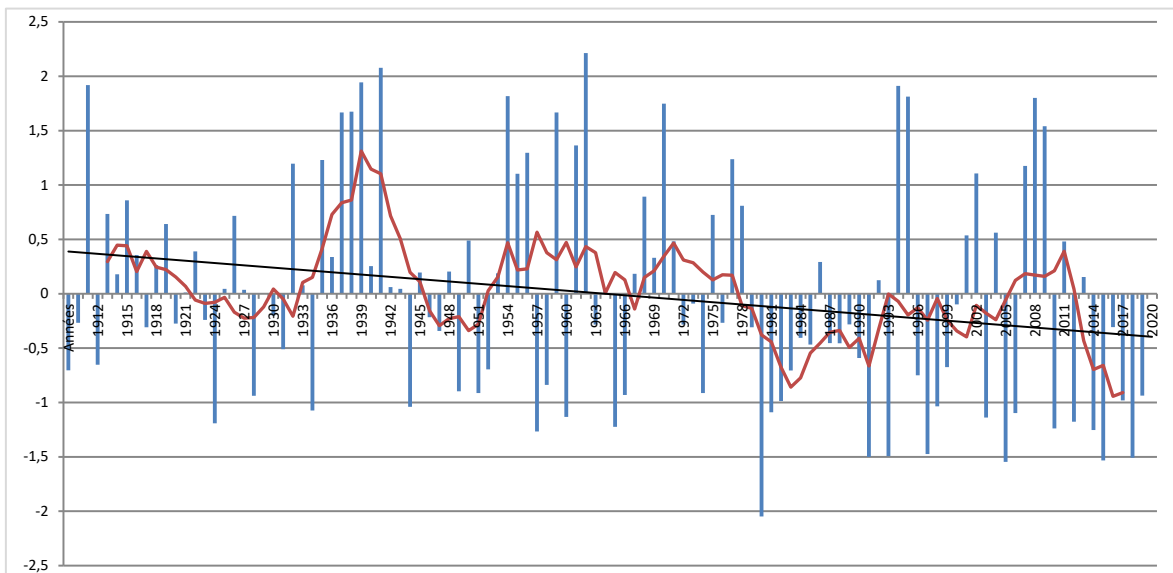


figure 4 : Évolution de l'IPS et de la moyenne mobile (7ans) 1910/2020

Conclusion

L'analyse des résultats obtenus concorde avec les conclusions de (ELHoussaoui et al., 2007) en Algérie. Ils montrent que la province de Settat subit des fluctuations climatiques sévères. D'une part, par la variabilité et la réduction de la pluviométrie de l'ordre de 19% qui impactent les rendements céréaliers, d'autre part, par la persistance des années sèches qui pèsent lourdement sur les aspects économiques, sociaux et environnementaux. D'où la nécessité d'une stratégie nationale qui implique tous les acteurs du domaine des ressources en eau.

Bibliographie

Aghrab A., 2003 : Etude de la sécheresse au Maroc, Le manuscrit, 109p.

Amraoui L., 2011 : Évolution climatique récente en Afrique du Nord-Ouest (Maroc, Mauritanie et leur proche océan entre 1950 et 2008, Thèse de l'Université Jean Moulin - Lyon III.

Belaassal A., 1998 : Précipitations au Maroc et circulation atmosphérique au niveau 700 hPa, Méditerranée, **88**, 19-26.

Bouzaiane, S., Lafforgue, A., CAMUS, H., & BENZARTI, Z. (1986). Monographie hydrologique des oueds Zeroud et Merguellil. Tunis (Tunisie), Paris (France): ministère de l'Agriculture– ORSTOM.

Coste JF, Coursimault A, Brissaud F, Bongrand J., & Chauvin D. 2021: Les prévisions du GIEC. Changement climatique EDP Sciences, 21-24.

Daget P., 1977 : Le bioclimat méditerranéen : Caractères généraux, modes de caractérisation, Végétation, **34**, 1-20.

Debrach J., Ousset J., Michel M., 1956 : Précipitation atmosphérique au Maroc (1925-1949) ; fréquence et intensité des précipitations, Annales du serv, De phys, Du globe et de météor, Rabat, 77-108.

ELHoussaoui A., Khaldi A. 2007 : Évolution des conditions climatiques et la sécheresse dans le bassin versant de l'oued Mékerra (Algérie). In 1st Atlas Georesources international Congress, **20**.

GIEC, 2007: Impacts adaptation and vulnerability, Summary for policymakers, Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on climate change.

Henia L., 2008 : Atlas de l'eau en Tunisie, Publications de l'Université de Tunis1, 186 p.

Kendall SM., Stuart A., 1943: The Advanced theory of statistics, Charles Griffin Londres, **3**, 585 p.

Khomsi K., Mahé G., Sinan M., & Snoussi M. 2013: Hydro-climatic variability in two Moroccan basins: Comparative analysis of temperature, rainfall and runoff regimes. Climate and Land Surface Changes in Hydrology, Proceedings of the H, **1**, 193-190.

Meddi H., Meddi M., 2009 : Variabilité des précipitations annuelles du Nord-Ouest de l'Algérie, Sécheresse, **20(1)**, 57- 65.

Pettitt AN., 1979: A non-parametric approach to the change-point problem, Applied Statistics, **28(2)**, 126-135.

Sebbar A., Fougrach H., Hsain M. et Badri W., 2012 : Etude des variations climatiques de la région Centre du Maroc, Actes du colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Grenoble, 709-714.

Sebbar A., Fougrach H., Hsain M., Saloui A., Badri W., 2011 : Etude de la variabilité du régime pluviométrique au Maroc septentrional (1935 – 2004), Sécheresse, **22**, 139-148.

Servat E., Paturel JE., Lubès H., Kouamé B., Masson JM., Travaglio M. & Marieu B., 1999 : De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne, Rev sci eau, **12(2)**, 363-387.

Singla S., Mahe G., Dieulin C., Driouech F., Milano M., El Guelai FZ. & Ardoin-Bardin S., 2010 : Evolution des relations pluie-débit sur des bassins versants du Maroc, IAHS-AISH publication, **340**, 679-687.