



CONCENTRATION DES PRECIPITATIONS DANS LE BASSIN VERSANT D'OUED CHOULY, NORD-OUEST ALGERIEN

GHENIM OMAR ⁽¹⁾ & GHENIM ABDERRAHMANE NEKKACHE ^{(2)*}

⁽¹⁾ Université de Mascara, Faculté des Sciences et de la Technologie, BP 763 route de Mamounia, Mascara
29000, Algérie omarghenim29@gmail.com

⁽²⁾ Equipe "Mobilisation Ressources en Eau" ; Laboratoire "Eaux et Ouvrages dans Leur Environnement",
Université de Tlemcen, Faculté de Technologie, BP 230 Tlemcen 13000, Algérie anghenim@yahoo.fr

RESUME : La concentration des précipitations au cours d'une année est un aspect important du climat. Une répartition déséquilibrée des précipitations provoque des périodes d'excès de pluie et des périodes de sécheresse rendant difficile la croissance des plantes et des cultures. Ce travail porte sur une analyse de l'occurrence pluviométrique et son évolution temporelle dans le bassin versant de Oued Choluy, un sous bassin de la Tafna, situé dans le Nord-Ouest Algérien. Pour cela, les données pluviométriques mensuelles entre 1970-71 et 2013-14 de quatre stations ont été utilisées. Deux procédures de calcul différentes ont été effectuées pour évaluer la concentration des précipitations. L'indice de concentration des précipitations (PCI) a été évalué à l'échelle annuelle et saisonnière afin d'analyser l'hétérogénéité mensuelle des quantités de précipitations dans la zone d'étude. Une autre manière d'évaluer la concentration des précipitations à base mensuelle réside dans la détermination du degré de concentration des précipitations (PCD) et la période de concentration des précipitations (PCP). Les résultats obtenus montrent une distribution saisonnière à irrégulière des précipitations. Les pluies se concentrent principalement au mois de novembre.

Mots clés : Concentration, précipitations, évolution temporelle, variabilité, Oued Chouly, Algérie.

ABSTRACT: The concentration of precipitation over the course of a year is an important aspect of climate. An unbalanced distribution of precipitation causes periods of excess rainfall and periods of drought making it difficult for plants and crops to grow. This work deals with an analysis of the rainfall occurrence and its temporal evolution in the Oued Choluy watershed, a sub-basin of the Tafna river, located in the North-West of Algeria. For this purpose, monthly rainfall data between 1970-71 and 2013-14 from four stations were used. Two different calculation procedures were performed to evaluate the precipitation concentration. The precipitation concentration index (PCI) was evaluated on an annual and seasonal scale to analyze the monthly heterogeneity of precipitation amounts in the study area. Another way to assess the monthly based precipitation concentration is to determine the degree of precipitation concentration (PCD) and the period of precipitation concentration (PCP). The results obtained show a seasonal to irregular distribution of precipitation. The rains are mainly concentrated in November.

Key words: Concentration, precipitation, temporal evolution, variability, Oued Chouly, Algeria.

Author Correspondence, e-mail: omarghenim29@gmail.com

<https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/42>

1. INTRODUCTION :

Au 21^e siècle, la gestion des ressources en eau devient une préoccupation majeure pour la vie humaine et la protection de l'environnement [1]. Il est bien connu que les précipitations sont la source d'eau douce dans la planète Terre et son intensité varie d'une région à une autre. L'absence des précipitations provoque souvent des sécheresses qui induisent la dégradation de l'environnement, les conflits sociaux et parfois des crises de la faim [2]. La rareté des précipitations aggrave la pauvreté principalement dans les régions arides et semi-arides [3]. D'ici 2050, on estime que 40% de la population mondiale sera exposée à un stress hydrique sévère, en particulier en Afrique et en Asie [4]. Lorsque les précipitations sont abondantes, par contre, les ruissellements d'eaux pluviales entraînent parfois des catastrophes importantes telles que les inondations, l'érosion des sols, les glissements de terrain, la pollution de l'eau et les dommages aux infrastructures [5].

La variabilité des précipitations dans l'espace et dans le temps est l'une des caractéristiques les plus pertinentes du climat de la Méditerranée occidentale [6]. Ceci est particulièrement pertinent dans les zones qui dépendent principalement de la dynamique de la mer Méditerranée [7, 8].

L'évolution du régime des précipitations, et son impact sur les ressources en eau de

surface est un problème climatique important auquel la société est confrontée aujourd'hui. De même, les changements climatiques futurs peuvent impliquer des modifications de la variabilité climatique ainsi que des changements de moyennes [9, 10]. En effet, ces changements d'occurrence peuvent avoir un grand impact sur certaines réponses [11]. Ainsi, plutôt que les valeurs moyennes, la variabilité interannuelle est définie par beaucoup comme l'un des indicateurs les plus importants de la fiabilité de la ressource pluviale [12, 13]. Les implications de ces changements sont particulièrement importantes dans les zones déjà soumises à un stress, telles que les régions qui souffrent d'une pénurie d'eau en raison de la combinaison d'un climat sec (ou d'un régime pluvial hautement saisonnier) et d'une demande excessive.

L'objectif de ce travail est d'analyser l'hétérogénéité mensuelle des quantités des précipitations et d'examiner leur poids variable au cours de la période de 1970-71 à 2013-14 dans la région de Oued Chouly. Pour cela, on utilise la version modifiée de l'indice de concentration des précipitations (PCI), le degré de concentration des précipitations (PCD) et la période de concentration des précipitations (PCP).

2. DONNEES ET METHODES :

2.1. Zone d'étude :

Oued Chouly appelé aussi Oued Lakhdar est un affluent de Oued Isser, lui-même affluent de la Tafna. Il draine une surface de 172,6 Km² dans un périmètre de 70,1 Km, résultats de l'étude du M.N.T de ce bassin au moyen du logiciel ArcGis (figure

1). Le bassin versant de Oued Chouly est limité au Sud par le bassin de Meffrouche, à l'Est, par Oued Isser et par le bassin de Sikkak à l'Ouest. Les altitudes maximales, minimales et moyennes du bassin versant sont respectivement de 1616 m, 725 m et

1235 m. La longueur du thalweg principal est de 30 Km selon l'A.N.R.H. Le bassin est d'une forme allongée avec un

coefficient de compacité égal à 1,49, une longueur du rectangle équivalent est de 29 Km ainsi qu'une largeur de 5,9 Km.

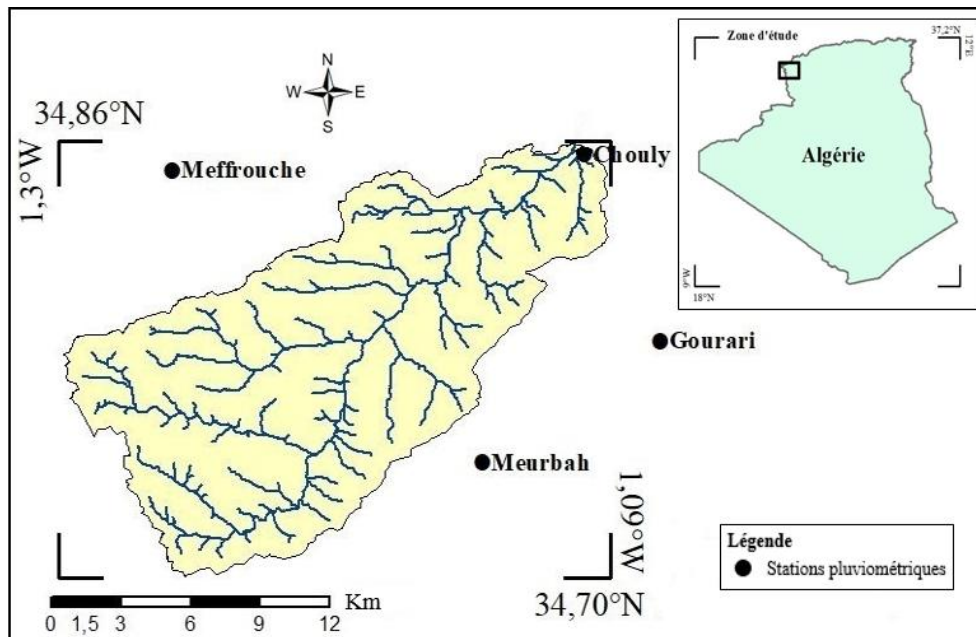


Figure 1. Situation du bassin versant de Oued Chouly et localisation des stations pluviométriques utilisées

Les caractéristiques du réseau hydrographique consignées dans le tableau 1, ont été tirées des fiches de

renseignements recueillis auprès de l'A.N.R.H et de [14] :

Tableau 1. Caractéristiques du réseau hydrographique

Caractéristiques	Valeurs	Origine
Rapport de confluence (Rc)	5,75	[14]
Indice de pente (Ip)	0,19	
Indice de pente global (Ig)	0,027	
Relief selon « Ig »	Assez fort	
Dénivelée spécifique (Ds)	628,8	
Relief selon « Ds »	Fort	A.N.R.H
Densité de drainage (Km/Km ²)	3	
Coefficient de torrentialité (Ct)	21,6	

2.2. Données pluviométriques utilisées :

Pour le besoin de l'étude, on a sélectionné les stations pluviométriques situées à l'intérieur du bassin versant et celles situées dans la périphérie de celui-ci et

ayant une influence sur les écoulements superficiels. Leurs caractéristiques sont consignées dans le tableau 2.

Tableau 2. Caractéristiques des stations pluviométriques utilisées.

Station	Coordonnées			P _{moy} (mm)	P _{min} (mm)	P _{max} (mm)	Cv (%)
	X (km)	Y (km)	Z (m)				
Meurbah	145,75	167,6	1100	411,0	210,9	787,7	30,4
Sidi Gourari	152,3	172,9	976	415,9	213,9	722,1	28,7
Chouly	149,65	181	170	433,0	218,4	701,1	27,1
Meffrouche	135,55	180,2	1110	627,6	342,4	1144,9	30,4

Quoique la valeur annuelle des précipitations soit influencée par plusieurs paramètres dont l'altitude, la latitude, la position de la station en face ou en adret par rapport à la mer ou encore encaissée entre les montagnes, la variation d'année en année des quatre stations est relativement la même. Le comportement des stations de la Tafna est qualifié de « synchrone » [15]. Les précipitations à Meurbah, Sidi Gourari et Chouly sont très comparables autour de 415 mm par contre

à Meffrouche, on enregistre plus de 600 mm. Les rapports entre les précipitations maximales et minimales varient de 3,2 et 3,7 d'où une variabilité est importante entre les années sèches et humides. De même, les coefficients de variation oscillent entre 27,1 et 30,4. Ainsi, selon [16], la variabilité interannuelle des précipitations est de modérée pour les stations de Sidi Gourari et Chouly ($20\% < Cv < 30\%$) et élevée ($Cv > 30\%$) pour Meurbah et Meffrouche.

2.3. Interpolation des données de la région drainée par oued Chouly :

Afin de calculer la distribution spatiale des précipitations dans la région drainée par Oued Chouly, on a utilisé la méthode de pondération de distance inverse IDW parce qu'elle permet d'estimer la précipitation en un point.

Ci-dessous, on présente un exemple d'interpolation des valeurs annuelles des précipitations au centre du bassin versant de Oued Chouly (figure 2).

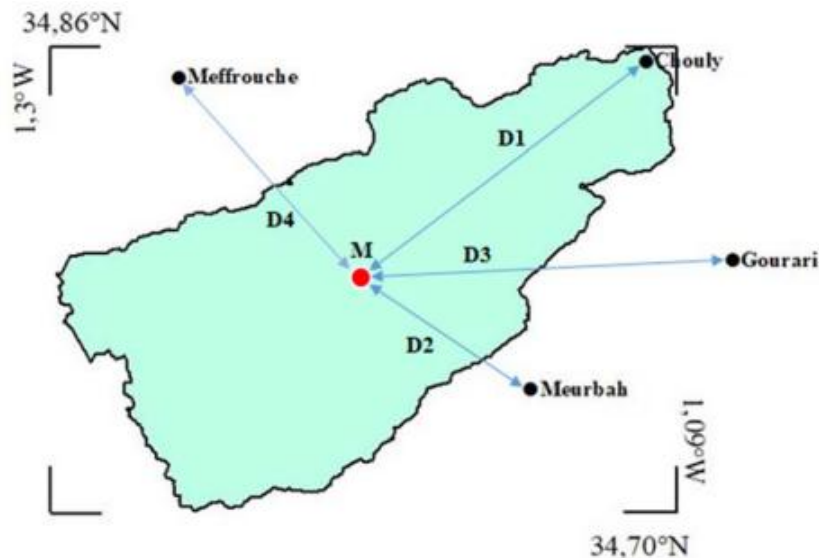


Figure 2. Localisation des stations pluviométriques et du point de calcul des précipitations

Partant des 4 séries annuelles des pluies relatives aux stations de Chouly, Meurbah, Sidi Gourari et Meffrouche, on a estimé

selon la méthode décrite ci-dessus, les précipitations au centre du bassin versant de Oued Chouly (figure 3).

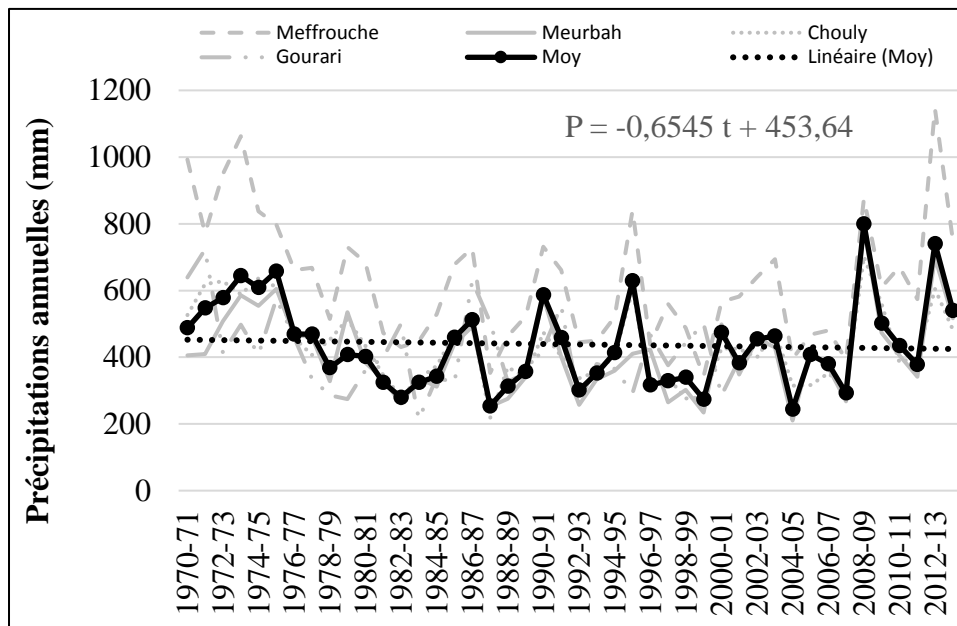


Figure 3. Résultat de l'interpolation des valeurs annuelles des précipitations obtenu par la méthode des distances inverses (IDW)

La variabilité interannuelle des précipitations moyennes sur l'aire du bassin de Oued Chouly durant la période entre 1970-71 et 2013-14 (Figure 3) est à la limite entre modérée et élevée ($C_v = 30\%$) [16]. Si, la valeur moyenne des précipitations est de 440 mm, on enregistre presque le double en valeur maximale (800 mm) durant l'année hydrologique 2008-09. Durant l'année la plus sèche 2004-05, les pluies n'atteignent que 248 mm soit près

de 56% de la valeur moyenne et 31% de la valeur maximale. Sur les 44 valeurs annuelles, 24 sont au-dessous de la moyenne. Il convient de remarquer également, la tendance légèrement déficitaire des précipitations au cours de la période d'étude où le déficit moyen annuel est de 0,6 mm. Notons une légère reprise de la pluviosité durant les années 2008-09 et 2012-13 sauf que ces deux années demeurent des années humides singulières.

2.4.Méthode d'étude :

Afin d'analyser l'hétérogénéité mensuelle des quantités de précipitations et d'examiner leur poids variable, on utilise la version modifiée de l'Indice de Concentration des Précipitations (PCI) proposée par Oliver [17] en 1980 [18, 19]. Cet indice explique le niveau de

concentration des précipitations au cours d'une année (saison) donnée. Il a été utilisé par plusieurs chercheurs dans différentes régions du monde [20, 21, 22]. Sur une échelle annuelle, cet indice est décrit comme suit :

$$PCI = 100. \frac{\sum_{i=1}^{12} Pm_i^2}{(\sum_{i=1}^{12} Pm_i)^2} \quad (1)$$

Sur une échelle saisonnière, le PCI a été calculé selon l'équation (2) pour l'automne (septembre – novembre), l'hiver

(décembre-février), le printemps (mars – mai) et l'été (juin – août).

$$PCI_S = 25. \frac{\sum_{i=1}^3 Pm_i^2}{(\sum_{i=1}^3 Pm_i)^2} \quad (2)$$

où Pm_i est la précipitation mensuelle du mois i calculée pour chaque année tout au long de la période d'observation. L'indice de concentration de 100% impliquerait que toutes les précipitations d'un emplacement chutent de manière très concentrée en un seul mois, tandis qu'un indice de concentration de 0% signifierait que les précipitations de chaque mois de l'année sont les mêmes. Par conséquent, plus l'indice de concentration est élevé, moins la saison des pluies est répartie dans le temps (indépendamment du fait qu'il s'agisse d'une zone de pluviométrie élevée ou faible, ou d'une région pluviométrique hivernale ou estivale). Selon la classification d'Oliver [17], des valeurs du PCI inférieures à 10 indiquent une distribution mensuelle uniforme des précipitations tout au long de l'année, les valeurs comprises entre 10 et 15 indiquent la saisonnalité de la distribution des précipitations, les valeurs de 15 à 20 indiquent une distribution irrégulière et les

valeurs supérieures à 20 représentent une forte irrégularité des quantités de pluie.

Aussi, pour détecter les concentrations de précipitations sur la base de données mensuelles, on utilise le degré de concentration des précipitations (PCD) et la période de concentration des précipitations (PCP) qui ont été développés par [23]. Le PCP représente le mois au cours duquel les précipitations totales d'une année sont concentrées et le PCD représente le degré de distribution des précipitations totales annuelles en 12 mois. L'idée de base du PCD et du PCP est que la précipitation mensuelle totale est une quantité vectorielle ayant à la fois une amplitude et une direction. Les quantités sont les précipitations totales pour chaque mois, et les directions sont des angles (30° par mois) attribués aux 12 mois de l'année et dont la somme (année complète) forme un cercle (360°).

Le PCD et le PCP annuels dans une station peuvent être calculés comme suit :

$$R_i = \sum r_{ij} \quad (03)$$

$$R_{xi} = \sum r_{ij} \cdot \sin\theta_j \quad (04)$$

$$R_{yi} = \sum r_{ij} \cdot \cos\theta_j \quad (05)$$

$$PCP_{ij} = \arctan\left(\frac{R_{xi}}{R_{yi}}\right) \quad (06)$$

$$PCD_{ij} = \frac{\sqrt{R_{xi}^2 + R_{yi}^2}}{R_i} \quad (07)$$

Où i est l'année et j est le mois d'une année. θ_j est l'angle attribué au mois j . r_{ij} est la valeur des précipitations (lames d'eau écoulées) du mois j de l'année i . Les valeurs PCD et PCP ont été calculées pour chaque année et pour la période d'étude complète (44 ans). Les valeurs annuelles

obtenues ont été évaluées pour décrire leurs changements temporels. En revanche, les valeurs interannuelles sont utilisées pour obtenir le mois où la précipitation est la plus concentrée et son degré de concentration. [24].

3. RESULTATS ET DISCUSSION :

Sur une base annuelle, le résultat du PCI calculé pour Oued Chouly durant les 44 années d'étude (Figure 4) a montré que la valeur la plus basse de 10,9 a été enregistrée 1995-96. La valeur la plus élevée atteint 23,0 durant l'année 1990-91 au cours de laquelle 45% des précipitations annuelles ont été enregistrées en mars. La valeur moyenne interannuelle du PCI est de 15. Les pluies dans la région d'étude sont entre saisonnières (22 valeurs sur 44) et irrégulières (20 valeurs sur 44). En effet, le nombre de jours de pluie dans le bassin versant de Oued Chouly est faible variant de 39 à 96 jours avec une moyenne sur 44

ans de 65 jours. De plus l'occurrence des précipitations n'est pas homogène durant les jours pluvieux. Pendant la majeure part de ces journées pluvieuses, on enregistre des hauteurs pluviométriques très faibles. Dans certaines régions où l'on a enregistré des valeurs du PCI semblables à celles de Oued Chouly, la contribution de 15% des jours pluvieux est de l'ordre de 58% de pluie alors que pendant 25% du temps pluvieux, on reçoit environ 75% de la pluie annuelle [25]. Comme pour les précipitations, les concentrations PCI annuelles suivent une tendance légèrement à la baisse.

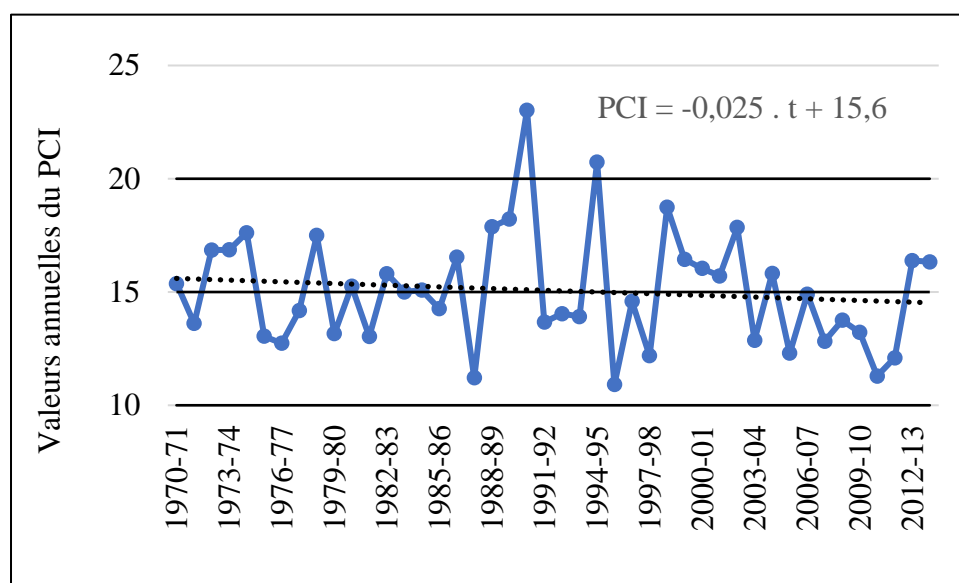


Figure 4. Concentrations annuelles des précipitations (PCI)

A l'échelle saisonnière, en réduisant la période de calcul de 12 à 3 mois, les écarts entre les valeurs diminuent d'où des concentrations moins prononcées (figure 5).

Les résultats des quatre saisons montrent que dans une même saison, la répartition des précipitations change parfois considérablement d'une année à une autre. D'une saison à répartition uniforme, on passe parfois à une saison très irrégulière l'année de suite et vice-versa. Cette forte variabilité surtout des pluies est une

caractéristique de l'ensemble du bassin Méditerranéen, le sud en particulier [26]. Malgré quelques années où la concentration est élevée, le printemps est la saison où les pluies ont la répartition la plus régulière. En effet sur 44 valeurs, 28 valeurs sont inférieures à 10 (distribution uniforme). L'hiver quant à lui accumule 25 valeurs de cette tranche. En automne, les précipitations sont plutôt saisonnières puisque 27 valeurs sont comprises entre 10 et 15. En été par contre les pluies sont les plus irrégulières où cinq valeurs sont au-dessus de 20 (figure 6).

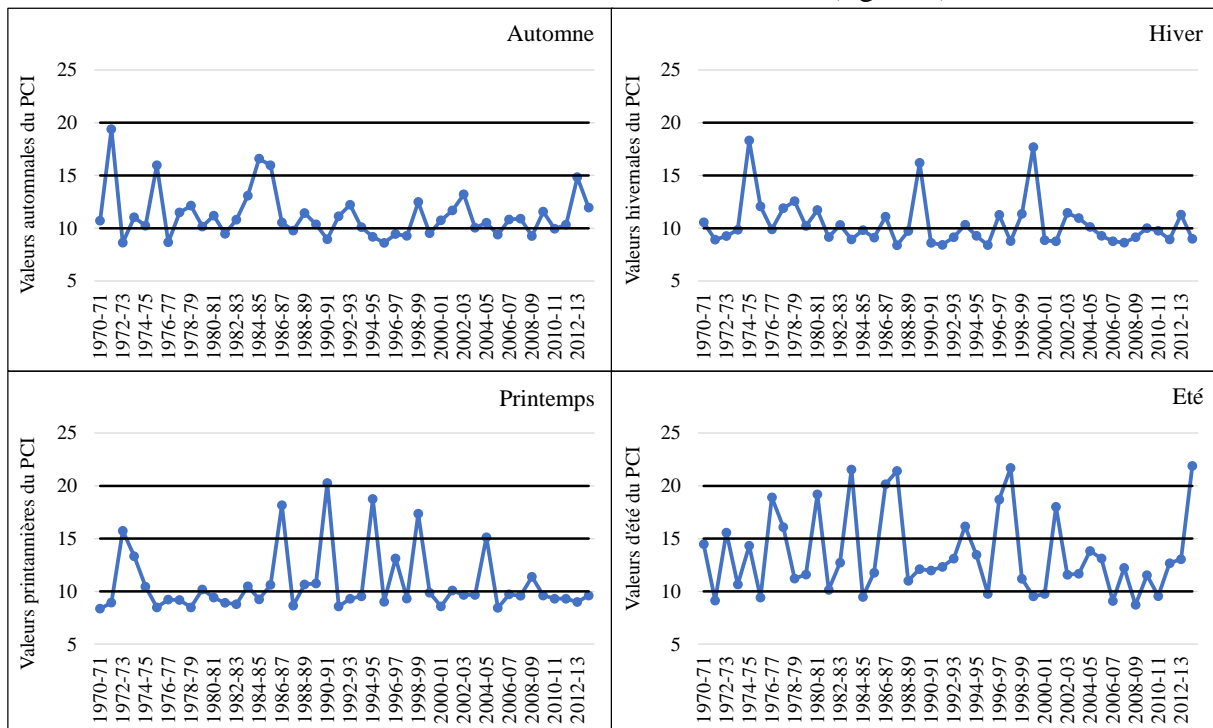


Figure 5. Concentrations saisonnières des précipitations (PCI)

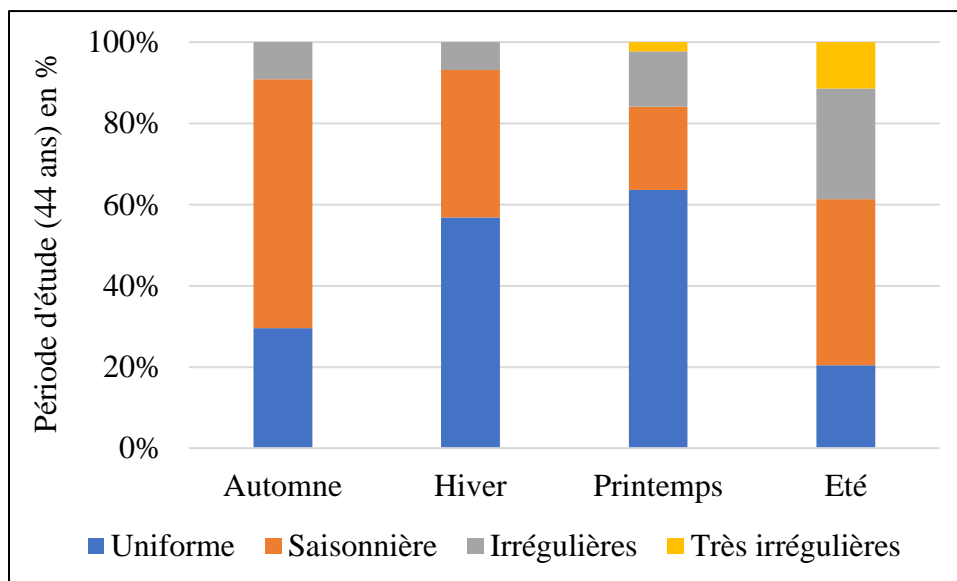


Figure 6. Catégories de concentration PCI à l'échelle saisonnière

Les valeurs annuelles PCD (Precipitation Concentration Degree) indiquent les degrés auxquels les précipitations totales annuelles sont distribuées sur 12 mois au cours d'une année. Le PCD met l'accent sur la distribution de chaque précipitation mensuelle dans les précipitations totales annuelles. Dans le bassin de Oued Chouly, les valeurs annuelles du PCD varient de 0,02 à 0,60 avec une moyenne de 0,27. Ceci indique qu'en moyenne, la saison des pluies est très courte dépassant légèrement le quart du temps annuel. Pendant trois

années seulement (1983-84, 1987-88 et 2001-02), le PCD est supérieur à 0,50 (figure 7 et 8). Les pluies se concentrent généralement entre octobre et avril. En effet, le PCP reflète le mois pendant lequel les précipitations mensuelles maximales apparaissent. La fréquence d'occurrence des fortes pluies accompagnées d'inondation se localise au mois de novembre de l'année. Au cours de la période entre le mois de mai jusqu'au mois de septembre, les pluies sont généralement faibles.

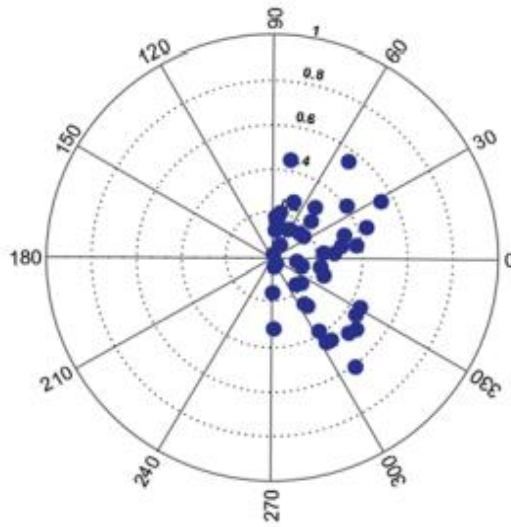


Figure 7. Représentation graphique PCD/PCP pour les précipitations

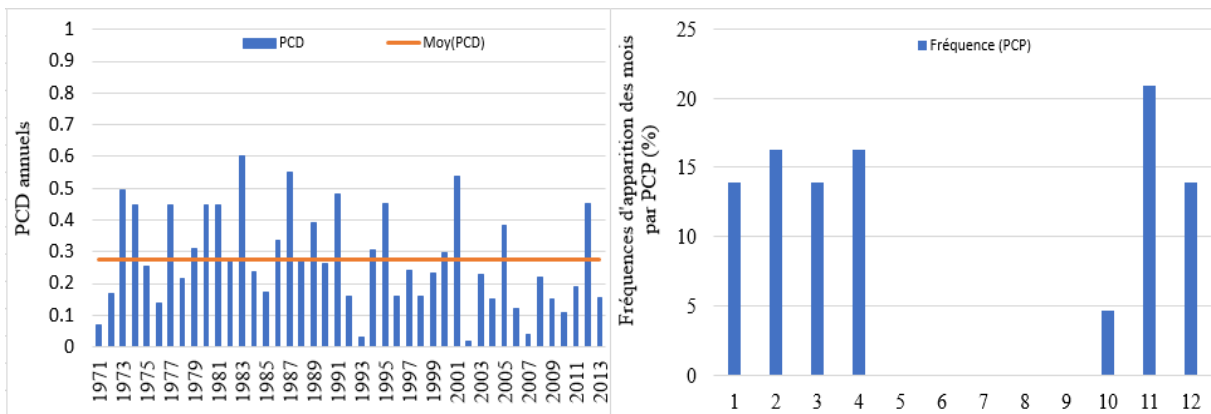


Figure 8. PCD annuels (à gauche) et fréquences PCP (à droite)

4. CONCLUSION :

L'apparition de pourcentages élevés des précipitations totales annuelles en quelques jours de pluie seulement séparés par de longues périodes sèches sont des caractéristiques communes des régions arides et semi-arides [22]. Les planificateurs et les décideurs doivent tenir compte du caractère sporadique et imprévisible des pluies pour une meilleure gestion des ressources en eau [21]. Pour cela, des informations fiables et pertinentes sur la concentration des précipitations sont importantes pour la caractérisation des précipitations. Dans le bassin versant de Oued Chouly entre 1970-71 et 2013-14, la

concentration annuelle des précipitations mensuelles montre que celles-ci ont un régime saisonnier à irrégulier. A l'échelle des saisons, cette irrégularité diminue à cause de la spécificité de chaque saison et de l'échelle de temps est plus courte. La concentration des pluies a lieu pendant la saison estivale.

Les résultats PCD-PCP complètent ceux du PCI indiquant que l'irrégularité des précipitations vient principalement du caractère très court de la saison des pluies. Les mois où la concentration est forte sont avril et surtout novembre. C'est pendant ce mois qu'on enregistre les crues les plus

dévastatrices. Ce dérèglement dans le régime pluviométrique est dû au caractère d'occurrence des pluies. Celles-ci

surviennent généralement sous forme d'averses intenses, localisées et de durée réduite.

REFERENCES :

- [1] Cosgrove W.J., Loucks D.P. 2015. Water management : Current and future challenges and research directions, *Water Resources Research*, 51, 4823-4839, 10.1002/2014wr016869.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Water-management%3A-Current-and-future-challenges-and-Cosgrove-Loucks/>
- [2] Clover J. 2003. Food security in sub-saharan Africa : feature, *African security review*, 12, 5-15.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10246029.2003.9627566>
- [3] Cervigni R., Morris M. 2016. Confronting Drought in Africa's Drylands : Opportunities for Enhancing Resilience, World Bank Publications.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Confronting-drought-in-Africa's-drylands-%3A-for-Cervigni-Morris/a35146efffdaad61219784a06904928d8f7c95ab>
- [4] UNISDR 2015. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (GAR 2015).
<https://www.preventionweb.net/english/hydrology/gar/>. Consulté le 20 Février 2020.
- [5] Karamage F., Zhang C., Fang X., Liu T., Ndayisaba F., Nahayo L., Kayiranga A., Nsengiyumva J. B. 2017. Modeling rainfall-runoff response to land use and land cover change in Rwanda (1990–2016), *Water*, 9, 147.
<https://www.mdpi.com/2073-4441/9/2/147>
- [6] Drouiche, A., Nezzal, F., & Djema, M. 2019. Variabilité interannuelle des précipitations dans la plaine de la Mitidja en Algérie du Nord/Interannual variability of precipitation in the Mitidja plain in Northern Algeria. *Revue des sciences de l'eau /Journal of Water Science*, 32(2), 165-177.
<https://www.erudit.org/fr/revues/rseau/2019-v32-n2-rseau04921/1065205ar.pdf>
- [7] Sumner G, Ramis C, Guijarro JA. 1993. The spatial organization of daily rainfall over Mallorca, Spain. *International Journal of Climatology* 13 : 89–109.
<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.3370130107>
- [8] Millan M, Estrela MJ, Caselles V. 1995. Torrential precipitations on the Spanish east coast : the role of the Mediterranean sea surface temperature. *Atmospheric Research*. 36 : 1–16.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Torrential-precipitations-on-the-Spanish-east-The-Mill%3A1n-Estrela/a2b8e93c0e6d3153287b788c2ebf128eee0eeebdc>
- [9] Rind D, Goldberg R, Ruedy R. 1989. Change in climate variability in the 21st century. *Climatic Change* 14 : 5–37.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Change-in-climate-variability-in-the-21st-century-Rind-Goldberg/cf33c0f8a63179f1e0d6d7cd1da68bdcef8a1c19>
- [10] Mearns LO, Rosenzweig C, Goldberg R. 1996. The effect of changes in daily and interannual climatic variability on CERES-wheat : a sensitivity study. *Climatic Change* 32 : 257–292.
<https://opensky.ucar.edu/islandora/object/articles%3A5714>

- [11] Katz RW, Brown BG. 1992. Extreme events in a changing climate. Variability is more important than averages. *Climatic Change* 21 : 289–302. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1a adkposzje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1577427](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1a adkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1577427)
- [12] Semenov MA, Porter JR. 1994. The implications and importance of non-linear responses in modelling of growth and development of wheat. In *Predictability and Non-linear Modelling in Natural Sciences and Economics*, Grasman J, van Straten G (eds). Pudoc :Wageningen. https://www.researchgate.net/publication/28449543_Spatial_analysis_of_rainfall_trends_in_the_region_of_Valencia_East_Spain
- [13] Corte-Real J, Qian B, Xu H. 1998. Regional climate change in Portugal : precipitation variability associated with large-scale atmospheric circulation. *International Journal of Climatology* 18 : 619–635. <https://www.semanticscholar.org/paper/Regional-climate-change-in-Portugal%3A-precipitation-Corte-Real-ian/f9df2ab3c4e76345d3e86d377b9c7761a327397c>
- [14] Gherissi R. 2012. Hydrologie et modélisation pluie-débit : Cas du bassin versant de l’oued Lakhdar (ex : Chouly) Tafna-NW Algérien, Mémoire de magister, Université de Tlemcen, 156 pages. <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/2287?mode=simple>
- [15] Ghenim A.N., Megnounif A. 2013. Ampleur de la sécheresse dans le bassin d’alimentation du barrage Meffrouche (Nord-Ouest de l’Algérie), *Géographie Physique et Environnement (Physio-Géo)*, 7, 35–49. <https://journals.openedition.org/physio-geo/3173>
- [16] Hare W 2003. Assessment of Knowledge on Impacts of Climate Change, Contribution to the Specification of Art, 2 of the UNFCCC, WBGU. <https://www.semanticscholar.org/paper/Assessment-of-Knowledge-on-Impacts-of-Climate-to-of-Hare/2ecadc05bbe4e76264a6b90e7a39288136e77560>
- [17] Oliver JE 1980. Monthly Precipitation Distribution: A Comparative Index. *Professional Geographer* 32: 300-309. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.0033-0124.1980.00300.x>
- [18] De Luis M., González-Hidalgo J.C., Longares L.A. 2010. Is rainfall erosivity increasing in the Mediterranean Iberian Peninsula, *Land Degradation & Development* 21, 2, 139–144 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.918>
- [19] Elagib N.A. 2011. Changing rainfall, seasonality and erosivity in the hyperarid zone of Sudan,. *Land Degradation & Development*, 22, 505–512. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.1023>
- [20] Apaydin H., Erpul G., Bayramin I., Gabriels D. 2006. Evaluation of indices for characterizing the distribution and of precipitation: A case for the region of Southeastern Anatolia Project, Turkey. *Journal of Hydrology*, 328, 726–732. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169406000497>
- [21] Alijani B, O’Brien J, Yarnal B 2008. Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran. *J Theor Appl Climatol* 94 :107–124 <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-007-0344-y>
- [22] Coscarelli R, Caloiero T 2012. Analysis of daily and monthly rainfall

concentration in Southern Italy (Calabria region). *J Hydrol* 416–417 :145–156 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169411008328>

[23] Zhang L., Qian Y. 2003. Annual distribution features of precipitation in China and their interannual variations, *Acta meteorologica sinica*, 17:2, 146-163. <http://jmr.cmsjournal.net/en/article/id/912>

[24] Yin Y., Xu C., Chen H., Li L., Xu H., Li H., Jain S.K. 2016. Trend and concentration characteristics of precipitation and related climatic teleconnections from 1982 to 2010 in the Beas River basin, India, *Global and Planetary Change* 145, 116–129. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-012-0643-4>

[25] Bessaklia, H., Ghenim, A. N., Megnounif, A., & Martín Vide, J. 2018. Spatial variability of concentration and aggressiveness of precipitation in North-East of Algeria. *Journal of Water and Land Development*, 2018, num. 36, p. 3-15. <https://journals.pan.pl/Content/106829/PDF/Bessaklia%20et%20al.pdf?handler=pdf>

[26] Bakreti A., Braud I., Leblois E., Benali A. 2013. Analyse conjointe des régimes pluviométriques et hydrologiques dans le bassin de la Tafna (Algérie Occidentale), *Hydrological Sciences Journal*, 58, 1, 133–151. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02626667.2012.745080>