

Belaid Hechmi

Analyse de la relation entre la pluviométrie et les apports d'eau vers le barrage en contexte de sécheresse. Cas du barrage Siliana Tunisie

International Journal Water Sciences and Environment Technologies

Vol. (x), Issue. 3, December 2025, pp. 30-37

e-ISSN: 1737-9350 p-ISSN: 1737-6688, | Open Access Journal |

www.ijste.org

Scientific Press International Limited

Received: August 2025 / Revised: September 2025 / Accepted: September 2025 / Published: December 2025



Analyse de la relation entre la pluviométrie et les apports d'eau vers le barrage en contexte de sécheresse. Cas du barrage Siliana Tunisie

Belaid Hechmi ¹

¹ Université Jendouba, E.SIM – IRESA. Route du Kef Medjez El Bab.

Résumé

Les dernières années à cause des sécheresses répétées le volume d'eau dans les barrages a chuté considérablement, à peine on atteint les 40% de leur capacité totale au mois de mai 2025. Ce taux peut atteindre les 20% en périodes estivale. En fait l'eau précipitée sur un bassin versant va se répartir en eau interceptée, évaporée, infiltrée et écoulee. L'écoulement de l'eau à la surface dépend beaucoup de l'intensité de pluie et de sa quantité ainsi que des conditions antérieures du sol. Le barrage Siliana est l'un des barrages importants dans le Nord Ouest de la Tunisie situé sur le bassin versant du même nom avec une superficie de 1040 km² et ayant comme capacité initiale de 70 Mm³. Au mois de mai 2025 le taux de remplissage n'est que de 37%. Ce travail s'intéresse à l'étude de la relation entre la pluviométrie à différents échelles de temps et les apports vers le barrage. On a pu développer une équation avec une bonne corrélation statistique entre la lame ruisselée et la pluviométrie à l'échelle mensuelle au 100 mm de pluie.

Mots clés : Bassin versant, Barrage, Pluviométrie, Apport, Siliana.

Analysis of the relation between rainfall and runoff to the dam in a drought context. Case of Siliana dam Tunisia.

Abstract

In last years because of the repeated drought water volume in the dam reservoirs has decreased considerably, barely we reach 40% of the total capacity last mai 2025. This rate may reach 20% in the summer period. In fact the rainfall on the watershed will be distributed into intercepted water, evaporated, infiltrated and runoff. Water over flow on the surface depends mainly on rainfall intensity and quantity in addition to the antecedent soil conditions. Siliana dam is one of the important dams in the NW of Tunisia situated at the watershed having the same name with an area of 1040 km² and having a total capacity of 70 Mm³. In last mai month 2025 it has a remplishing rate of only 37%. This work will be concerned with the study of the relation between rainfall at different time scale level and water runoff to the dam. We could develop an equation with a good statistic correlation between runoff and rainfall at the monthly scale at the level of 100 mm of rainfall.

Keywords: watershed, Dam, rainfall, water, runoff, Siliana

¹ Corresponding author: belaidhfr@yahoo.fr

I. INTRODUCTION

Le bilan hydrique d'une unité hydrologique quelconque sur un pas de temps Δt s'écrit comme suit (Musy, 2005) :

$$\frac{dW}{dt} = P - Q_{\text{surf}} - ET - \text{Perc} - Q_{\text{lat}}$$

Avec (W) le stock d'eau du sol (somme des couches), (P) la précipitation nette (après interception), (Q_{surf}) le ruissellement de surface, (ET) l'évapotranspiration réelle, (Perc) la percolation vers la nappe, et (Q_{lat}) l'écoulement latéral.

Le milieu méditerranéen semi-aride tunisien est à bilan déficitaire et il est sujet à des pluies intenses qui causent des érosions et des inondations fortes (Belaid et Habaieb, 2017), mais aussi à des sécheresses qui deviennent de plus en plus aiguës et persistantes.

La sécheresse est en fait un phénomène climatique récurrent. Elle n'est pas propre à un type particulier de climat et peut s'inscrire à des échelles spatio-temporelles très variées. Événement climatique dans sa phase initiale, commence par un déficit pluviométrique (CNULCD, 2020). Si le déficit persiste, la sécheresse s'étend progressivement à tous les domaines où l'eau transite (sols, végétaux, nappes d'eau souterraine, rivières, barrages, etc.).

On distingue plusieurs types de sécheresses (OMM, 2006), la sécheresse météorologique, la sécheresse agricole, la sécheresse hydrologique, la sécheresse écologique et même la sécheresse socioéconomique.

Le déficit d'écoulement de surface dépend de la sécheresse météorologique mais cause la sécheresse hydrologique. En fait d'après Musy (2005), les processus régissant la génération des écoulements sont encore mal connus (figure 1). Ceci est dû en partie au fait que les réponses aux deux questions essentielles de l'hydrologie sont multiples. On peut finalement tenter de répondre - du moins partiellement - aux deux questions « quel est le devenir de l'eau des pluies ? » (Penmann, 1963) et « quelle est la provenance de l'eau des rivières ? » en distinguant dans un premier temps quatre cheminements principaux de l'eau à la rivière. Précipitations directes P_d à la surface libre du cours d'eau ("direct precipitation"). Ecoulement de surface ("overland flow") ou ruissellement de surface. La notion de "ruissellement" traduisant assez mal les processus physiques de génération de l'écoulement, est de plus en plus souvent abandonné au profit de la notion "d'écoulement". Ecoulement de subsurface R_s ("subsurface flow", "throughflow", "interflow") que l'on peut aussi traduire par "écoulement rapide interne". Ecoulement souterrain ("groundwater flow").

On peut également décomposer l'écoulement de surface par rapport aux modalités de l'écoulement (les causes) (Musy, 2005) : Ecoulement par dépassement de la capacité d'infiltration ou ruissellement hortonien ("excess infiltration overland flow", "Horton overland flow"). Ecoulement par saturation ("excess saturation overland flow") constitué par l'écoulement en surface des précipitations directes tombées sur les surfaces saturées.

Les objectifs de ce travail de recherche sont d'étudier la tendance de la pluviométrie et investiguer la relation entre la pluviométrie à l'échelle mensuelle et la lame d'eau ruisselée vers le barrage de Siliana.

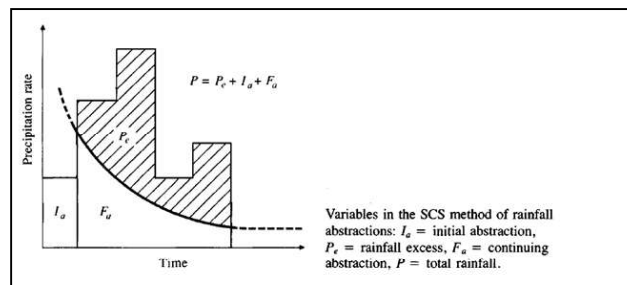


Fig. 1 – Génération du ruissellement (Musy, 2005).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'étude concerne le barrage Siliana (Figures 2) le bassin versants concerné appartiennent à un bioclimat semi-aride.

Le bassin versant de Siliana, au Nord Ouest de la Tunisie, s'étend sur les gouvernorats de Siliana et Béja. Il constitue un affluent rive droite de la Medjerda avec une superficie de 2066 km². Le barrage Siliana est créé en 1987 le bassin versant du barrage occupe une superficie de 1040 km². L'apport moyen annuel au niveau du barrage est de 36.39 Mm³/an avec une capacité initiale de la retenue de 70 Mm³. La capacité utile actuelle est de 31 Mm³. Le débit d'évacuation est estimé à 3230 m³/s. Le bassin versant est caractérisé par un climat aussi semi-aride avec des étés chauds et secs et des hivers humide et froid. La moyenne de température de l'été est autour de 27°C et l'hiver est entre 9 et 14°C (Chabaane, 2016). Les précipitations sont irrégulières et connaissent aussi des fluctuations mais la moyenne est autour de 450 mm.

Les méthodes utilisées dans ce travail reposent sur l'analyse des fréquences des pluies sèches (Henia, 2014) et le calcul des coefficients d'écoulement selon la détermination de la pluie nette (Musy, 2005). La méthode des fréquences considère que les années avec des totaux pluviométriques d'une fréquence égale ou inférieure à 15 % sont des années très sèches, les années avec des totaux pluviométriques d'une fréquence comprise entre 15 et 35 % sont des années sèches, celles avec des totaux d'une fréquence comprise entre 35 et 65 % sont des années normales, les totaux d'une fréquence comprise entre 65 % et 85 % sont ceux des années humides et ceux d'une fréquence égale ou supérieure à 85 % sont ceux des années très humides. On utilise aussi l'indice de précipitations standardisé (SPI), ainsi que les corrélations statistiques entre la lame ruisselée et la pluviométrie mensuelle.

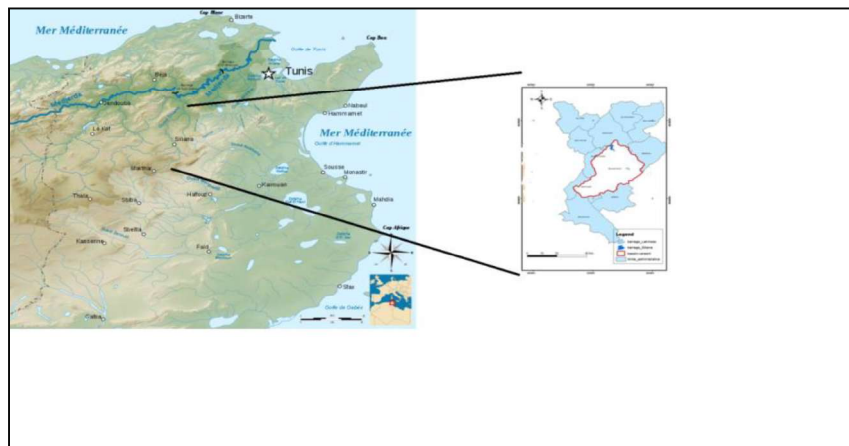


Fig. 2 - Localisation géographique du barrage Siliana.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tendance de la Pluviométrie

L'application de la méthode des fréquences sur la série pluviométrique donne quatre années sèches à très sèches et quatre années normales (figure 3). Toutefois d'après cette série le pourcentage des années inférieures à 400 mm est devenu de l'ordre de 60%, alors que dans des séries antérieures Henia (1980) ce pourcentage n'est que de 45%.

L'application de la méthode de l'indice de précipitations standardisé (SPI) dégage cinq années extrêmement secs à légèrement secs (figure 4). On note les deux années particulièrement sèches de 2022/23 et 2023/24 (figure 5).

Apport d'eau vers le barrage

Les apports d'eau vers le barrage sont relativement faible (figure 6) à l'exception de trois années qui ont enregistrées plus que 30 Mm3. Le total des apports sur toute la période 2012/13 à 2023/24 est de 226 Mm3. La moyenne annuelle des apports est de 18.85 Mm3/an. Dans un travail antérieur (Belaid, 2024) on a constaté que les écoulements vers le barrage Siliana sont très faibles.

Les mois de septembre et octobre de l'Automne 2023 sont pratiquement sec et par conséquent il n'ya pas d'écoulement vers les barrages. Le mois de novembre quant à lui il a enregistré quelques écoulements mais qui restent trop faibles avec un coefficient qui est entre 1 et 2% (Tableau 1).

Le mois de mai 2023 était un mois exceptionnel sur le point de hauteur pluviométriques enregistrées qui dépassent les 100 mm dans la station de Siliana par exemple. Toutefois, les écoulements restent faibles à causes des sécheresses dans les mois qui précèdent ce qui influe sur l'état des sols qui sont devenus très secs.

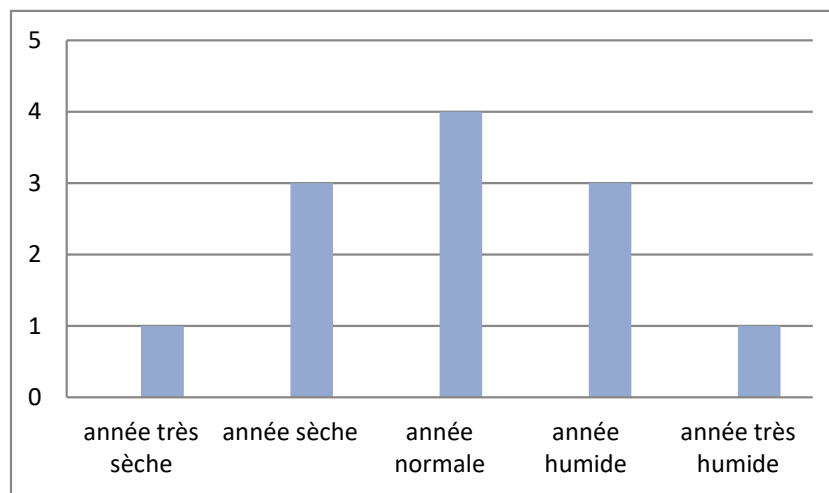


Fig. 3 – Application de la méthode des fréquences sur la pluviométrie au niveau de la station de Siliana.

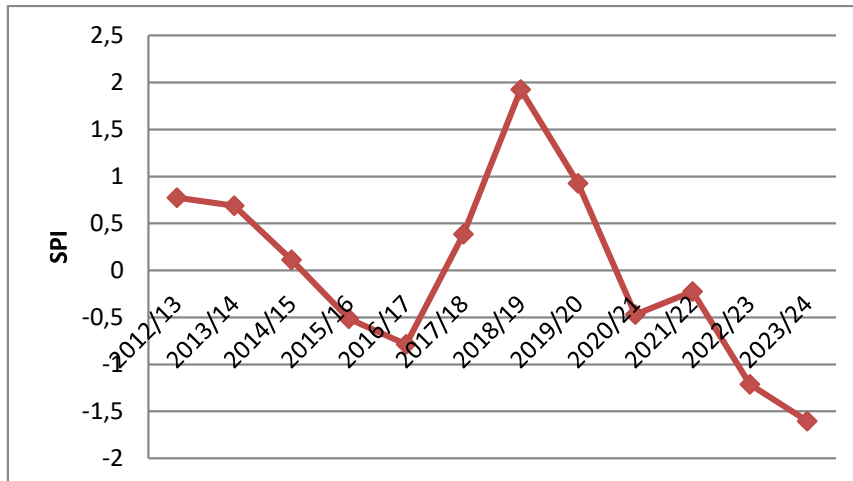


Fig. 4 – Application de la méthode de l'indice des précipitations standardisé (SPI) sur la pluviométrie au niveau de la station de Siliana.



Fig. 5– Les deux années particulièrement sèches de 2022/23 et 2023/24 à Siliana (Belaïd, 2024).

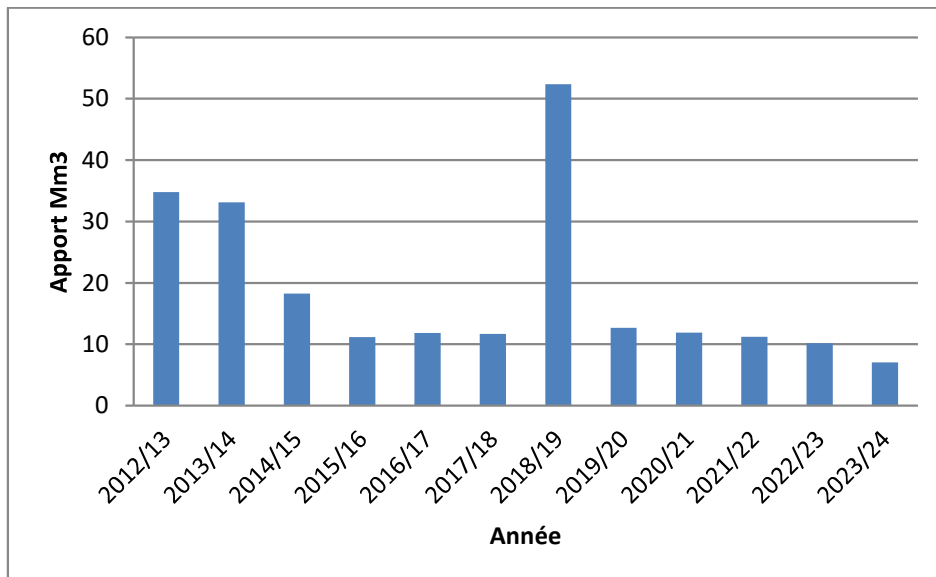


Fig. 6– Variation temporelle des apports annuels vers le barrage Siliana.

Tableau I. Coefficient d'écoulement mensuel du mois de novembre et mai 2023 dans la station Siliana

Mois	Hauteur pluie	ne ruisselée Mm3	cient d'écoulement
Novembre	28.5 mm	0.55 l	1.86%
Mai	114 mm	1.75 l	1.47%

Relation Pluie ruissellement

En étudiant la relation pluie ruissellement à l'échelle mensuelle on constate que la relation pour tous les mois de la série est statistiquement faible avec un coefficient de corrélation multiple R^2 de 0.37 (figure 7). De même pour les seuils pluviométriques respectivement de 20 mm (figure 8) et 50 mm (figure 9). La meilleure relation et statistiquement forte avec un coefficient de corrélation multiple R^2 de 0.95 et très proche de 1 est pour le seuil 100 mm de la pluviométrie mensuelle. Ce qui nous permet de déduire l'équation suivante :

$$Lr = 0.4P - 38.9 \quad (R^2 = 0.95)$$

Avec

Lr: Lame ruisselée en mm

P : pluviométrie du mois mm avec $P > 100\text{mm}$

Une équation très utile pour les décideurs surtout pour les mois exceptionnels et pour une meilleure gestion de l'excès des eaux du barrage.

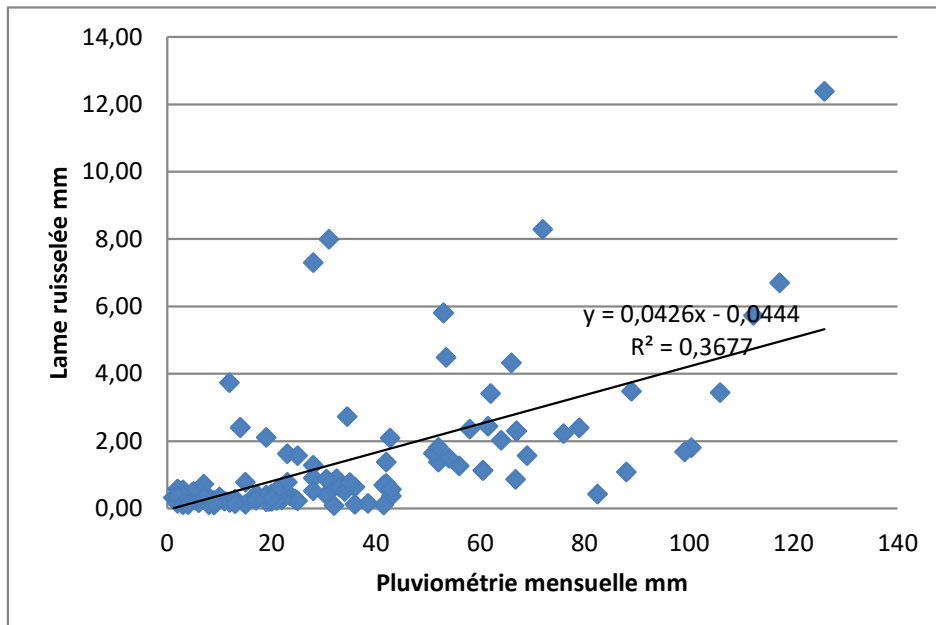


Fig. 7– Relations pluie ruissellement pour tous les mois de la série au niveau du barrage Siliana.

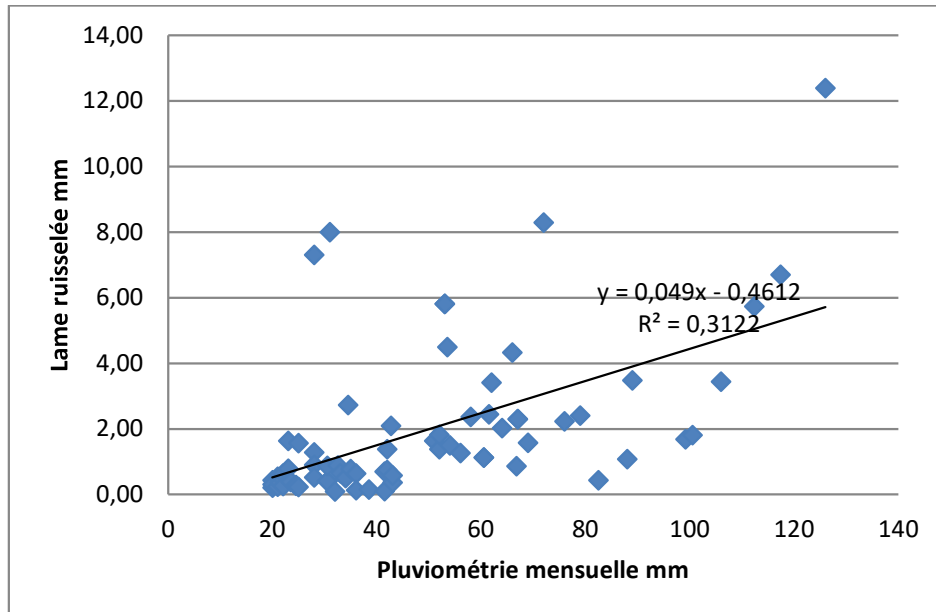


Fig. 8– Relations pluie ruissellement pour les mois supérieurs à 20 mm de la série au niveau du barrage Siliana.

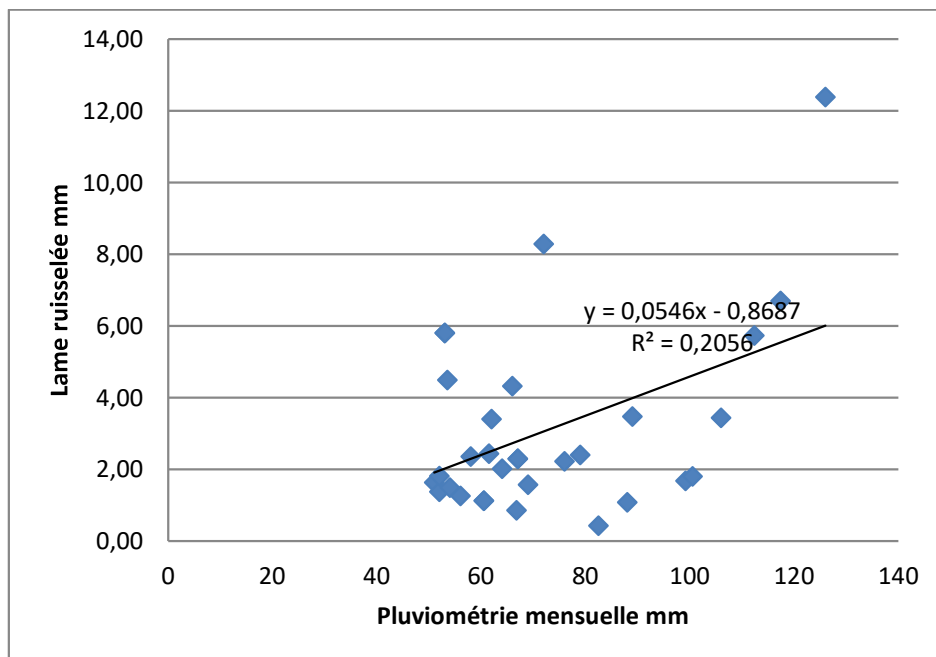


Fig. 9– Relations pluie ruissellement pour les mois supérieurs à 50 mm de la série au niveau du barrage Siliana.

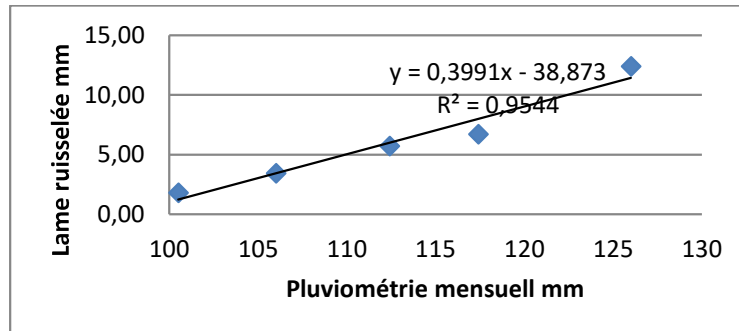


Fig. 10– Relations pluie ruissellement pour les mois supérieurs à 100 mm de la série au niveau du barrage Siliana.

CONCLUSION

Dans la présente étude on s'est intéressé à la relation entre la pluviométrie et la lame ruisselée à l'échelle mensuelle. On a d'abord étudié la tendance de la pluviométrie durant les dernières années. En utilisant que ce soit la méthode des fréquences ou la méthode de l'indice des précipitations standardisé (SPI) on constate que la tendance est vers la sécheresse avec une augmentation considérable des années sèches sur la série étudiée. L'étude de la relation entre la lame ruisselée et la pluviométrie mensuelle a révélé une bonne relation au seuil de 100 mm de pluie avec un fort coefficient de corrélation multiple. Ce qui nous a permis de développer une équation très utile pour les décideurs qui servira à la bonne gestion des eaux du barrage surtout en période d'excès.

Références

- [1] Belaid, H. 2024. Ecoulement exceptionnel de l'automne 2023 au niveau des barrages Siliana, Nebhana et Lebna en Tunisie et situation d'envasement. International Journal water and sciences technologies. Vol IX issue 2 december 2024 pp 6-12. Indexée.
- [2] Belaid et Habaieb, 2017. Etude de l'érosivité des pluies et de l'érosion spécifique, répercussions sur les pertes en terres et mesures d'adaptation en milieu semi-aride Tunisien. 7^{ème} séminaire du réseau et climat. Comment gérer la ressource en eau dans un contexte de changement climatique global. Université Rouen Normandie France 20 - 21 décembre 2017.
- [3] Chaabane, C. 2016. Modélisation de l'érosion hydrique par le modèle SEAGIS. Cas du bassin versant du barrage Siliana. Mémoire de Master de recherche en sciences de la terre. Faculté des sciences Tunis.
- [4] Convention des nations unies pour la lutte contre la désertification CNULCD, 2020. Plan national sécheresse Tunisie. 116p.
- [5] Henia, L. 2014. Les grandes sécheresses en Tunisie au cours de la dernière période séculaire. Eau et Environnement, ENS éditions. p. 25-36.
- [6] Nouri, I. Saidi, F., Romdhane, A., Brini, R., Bouslama, A., Elbeji R., Ayoub, T. et Tarhouni, J. 2015. Modélisation par VEAP des ressources en eaux et des usages du système Nebhana en Tunisie. Colloque Eau Climat 2015, 24 et 25 novembre 2015, Constantine. Algérie.
- [7] Mekki I., Jean-Stéphane Bailly, Frédéric Jacob, Hichem Chebbi, Tarek Ajmi, et al. 2018. Impact of farmland fragmentation on rainfed crop allocation in Mediterranean landscapes: A case study of the Lebna watershed in Cap Bon, Tunisia. Land Use Policy, Elsevier, 2018, 75, pp.772 - 783.
- [8] Musy, A. 2005. Hydrologie générale. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne EPFL, Suisse.
- [9] Organisation Météorologique Mondiale (OMM), 2006. Suivi de la sécheresse et alerte précoce: principes, progrès et enjeux futurs, 26p.