

Écoulement exceptionnel de l'automne 2023 au niveau des barrages Siliana, Nebhana et Lebna en Tunisie et situation d'envasement

Belaid Hechmi¹,

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

Résumé

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 des conditions antérieures du sol.

L'année 2023 représente une année exceptionnelle par excellence. La fréquence de la sécheresse est étudiée pour les années hydrologiques 22/23 et 23/24. Les coefficients de ruissellement calculés pour les quelques crues enregistrées sur les trois bassins versants de Siliana, Nebhana et Lebna sont très faibles de l'ordre de 1 à 2%. Chose qui est rarement enregistré pour ces bassins versants. Ce qui montre la faiblesse de l'écoulement et les valeurs trop faible de volume d'eau encaissée dans les barrages.

L'envasement qui lui représente une menace pour tous les barrages et en particuliers pour ces trois derniers est analysé et discutée en long pour les trois retenues. Le barrage Siliana en particulier est en état très critique du fait que le taux d'envasement dépasse les 50%.

On discute aussi l'importance des travaux de CES à l'amont des trois bassins versants. Ceux-ci jouent un rôle primordial dans la protection des sols sur place et la réduction du transport solide et la prolongation de la durée de vie des barrages. Aussi les mesures d'adaptation doivent être prises en compte que ce soit à l'échelle de la parcelle ou à l'échelle des cours d'eaux.

Mots clés : Bassin versant, Barrage, Écoulement, Envasement, Siliana, Nebhana, Lebna..

Exceptional water flow of the 2023 autumn at the Siliana, Nebhana and Lebna dams and siltation situation

Abstract

Rainfall over one watershed will be distributed on intercepted water, evaporated, infiltrated and flowed. Water flow at the surface depends on rainfall intensity and soil previous conditions.

The year 2023 represent an exceptionnel dry year. The frequency is studied for the hydrological 22/23 and 23/24 years. Runoff coefficient calculated for registered floods over the three watersheds of Siliana, Nebhana and Lebna are very low from 1 to 2%. This is rarely registered over these watersheds. It shows the weakness of the surface flow and be very low of water volume stocked in the dams.

Dam siltation represents a threat to all dams and in particular to these three dams. Siliana dam in particular is a critical situation in that the siltation rate exceeds 50%.

We discuss also the importance of soil conservation measures in the three watersheds. These measures play an important role in soil protection and sediment decrease which increases dam's life. The adaptation measures to these conditions have to be undertaken at the field scale and water bodies.

Keywords: watershed, Dam, runoff, siltation, Nebhana, Siliana, Lebna

¹ Corresponding author: belaidhfr@yahoo.fr

INTRODUCTION

Le milieu méditerranéen semi-aride tunisien 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 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. Evènement 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. 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 sécheresse exceptionnelle durant les années hydrologiques 22/23 et 23/24 et d'étudier l'écoulement à l'échelle mensuelle et à l'échelle des averses au niveau des barrages Nebhana, Siliana et Lebna.

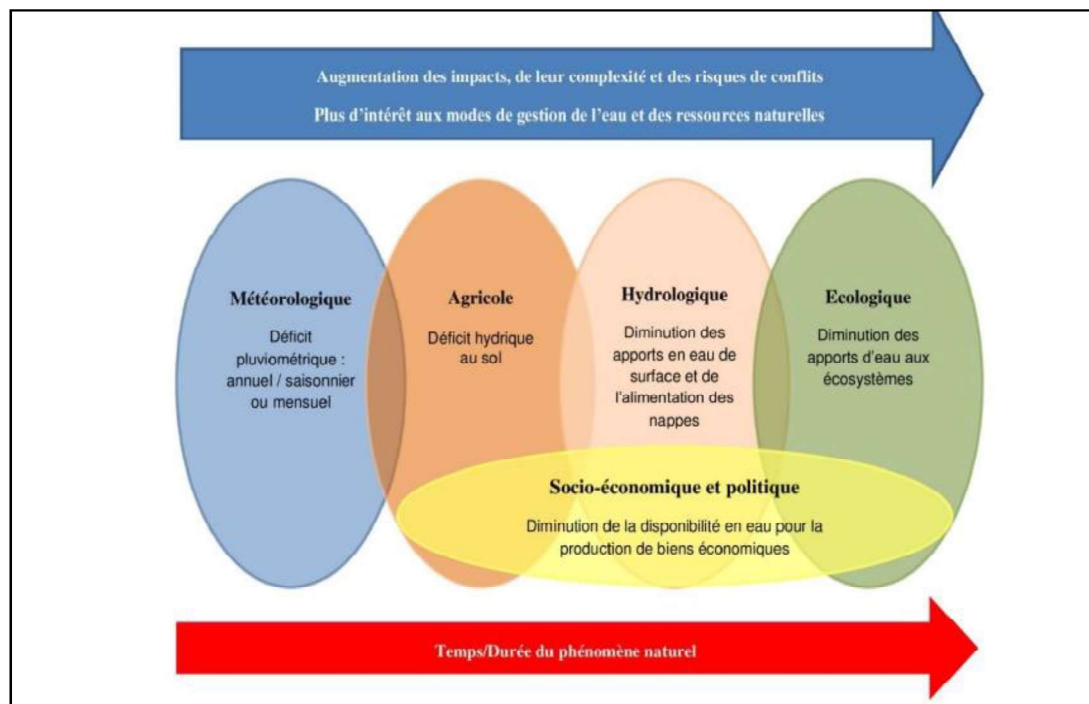


Fig. 1 – Types de sécheresses (OMM, 2006).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'étude concerne les trois barrages Nebhana, Siliana et Lebna (Figures 2, 3 et 4), les trois bassins versants concernés appartiennent à un bioclimat semi-aride.

Le bassin versant de Nebhana, à l'Est de la Tunisie centrale, s'étend sur quatre gouvernorats (Sousse, Kairouan, Siliana et Zaghuan). Sa superficie est d'environ 3983 km². Il transporte les apports de la dorsale Tunisienne vers Sebkhel El Kelbia au Nord-Est de Kairouan. Le barrage Nebhana est créé en 1965 le bassin versant du barrage occupe une superficie de 855 km². L'apport moyen annuel au niveau du barrage est de 23.3 Mm³/an avec une capacité initiale de la retenue de 86.5 Mm³. La capacité utile actuelle à la retenue normale est de 58.76 Mm³. Le volume régularisé calculé est de 15 Mm³. Le débit maximum évacué est de 4000 m³/s. Le bassin versant est caractérisée par un climat méditerranéen semi-aride où les étés sont chauds et secs et les hivers humides et frais. Les précipitations sont très irrégulières dans le temps et dans l'espace. L'été est la saison la plus chaude avec des moyennes supérieures à 30°C. L'hiver enregistre des moyennes inférieures à 10°C, avec un minimum pour le mois de février de 7°C (Nouiri et al, 2015). Les précipitations sont irrégulières généralement de courtes périodes et de fortes intensités. La région connaît une fluctuation dans la pluviométrie d'une année à une autre mais la moyenne est autour de 300 mm.

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'hivers est entre 9 et 14°C (Chabaane, 2016). Les précipitations sont irrégulières et connaissent aussi des fluctuations mais la moyenne est autour de 500 mm.

Le bassin versant de Lebna se situe dans le Nord Est de la Tunisie dans la région de Cap Bon. C'est un bassin qui déverse directement dans la mer Méditerranée. Le barrage Lebna est construit en 1988. Le bassin du barrage est d'environ 200 km². L'apport moyen annuel est de 18.31 Mm³ avec une capacité initiale de la retenue de 30.1 Mm³. Le bassin versant est caractérisé par un climat méditerranéen semi-aride où les étés sont chauds et secs et les hivers humides et frais. La température moyenne à Lebna est de 18.5 °C et la moyenne pluviométrique est de 435 mm et les valeurs maximales peuvent atteindre les 800 mm en années pluvieuses (Mekki et al., 2018). 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.

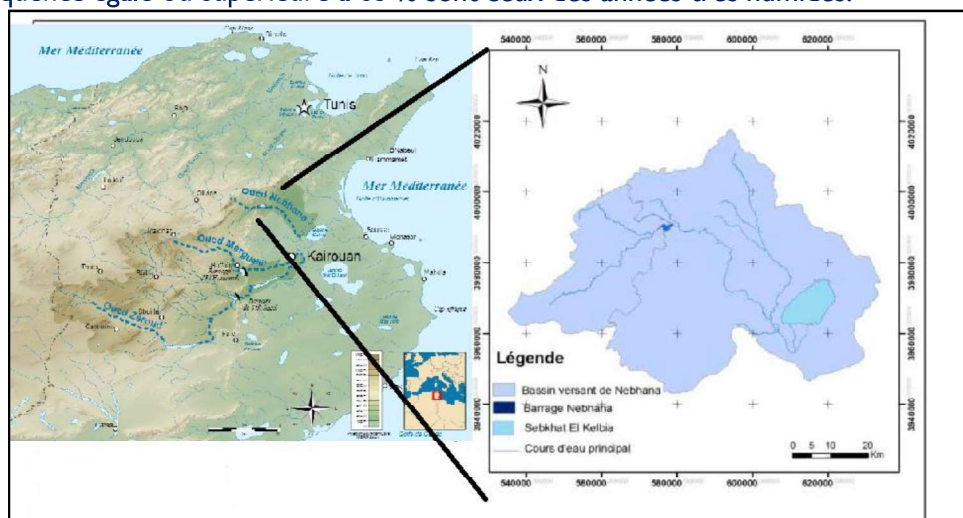


Fig. 2 - Localisation géographique du barrage Nebhana.

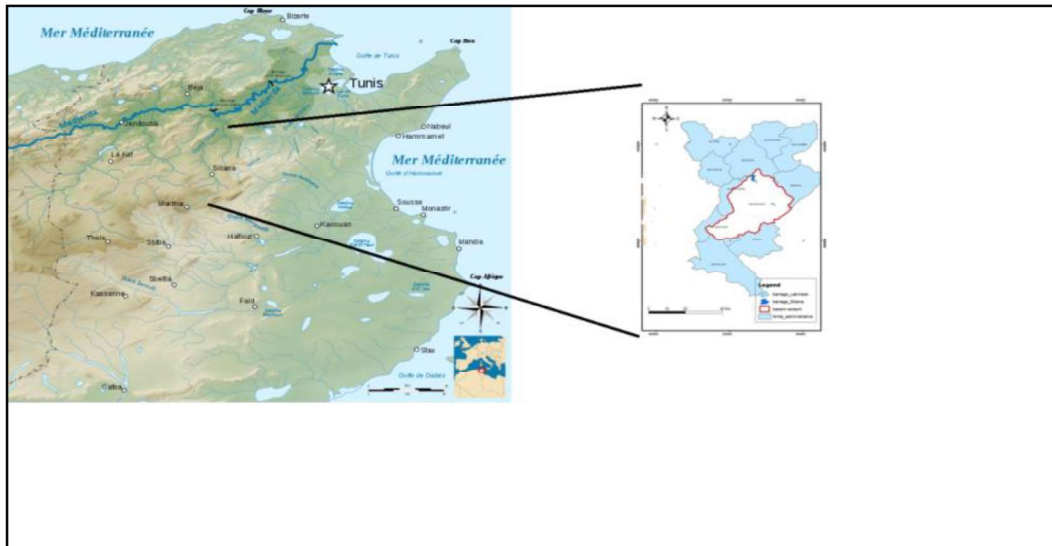


Fig. 3 - Localisation géographique du barrage Siliaana.

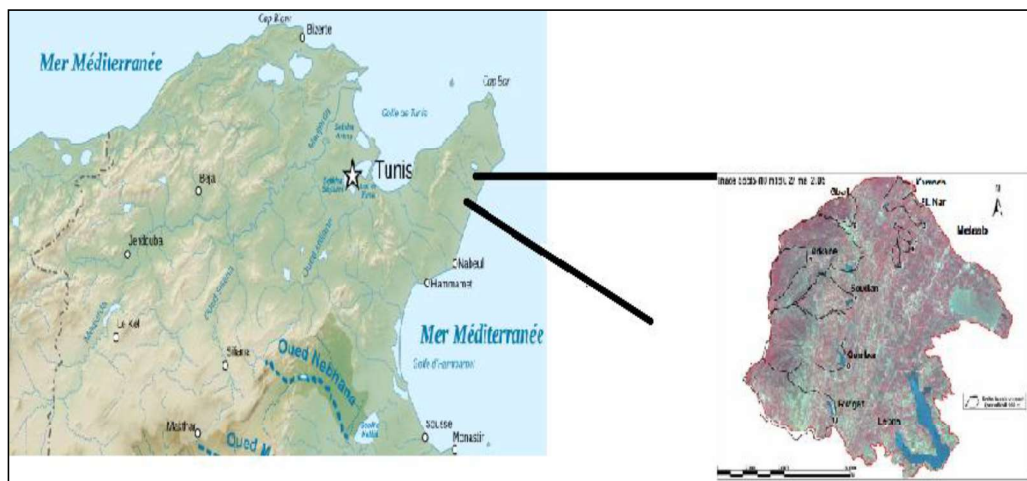


Fig. 4 - Localisation géographique du barrage Lebna.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Pluviométrie des années hydrologiques 22/23 et 23/24

Les totaux pluviométriques des années hydrologiques 22/23 et 23/24 sont respectivement 160 et 155 mm à Nebhana, 266 et 233 mm à Silihana et 348 et 225 mm à Lebna. En appliquant la méthode des fréquences on peut considérer que les deux années considérées sont très sèches dans les trois stations. En particulier à Lebna la pluviométrie de l'année 23/24 est extrêmement sèche et elle n'a jamais été enregistrée du moins durant les vingt dernières années.

Les figures 5, 6 et 7 donnent la répartition mensuelles de la pluie durant les deux années hydrologiques au niveau des trois stations. On remarque que le seuil 20 mm (en rouge) est rarement atteint.

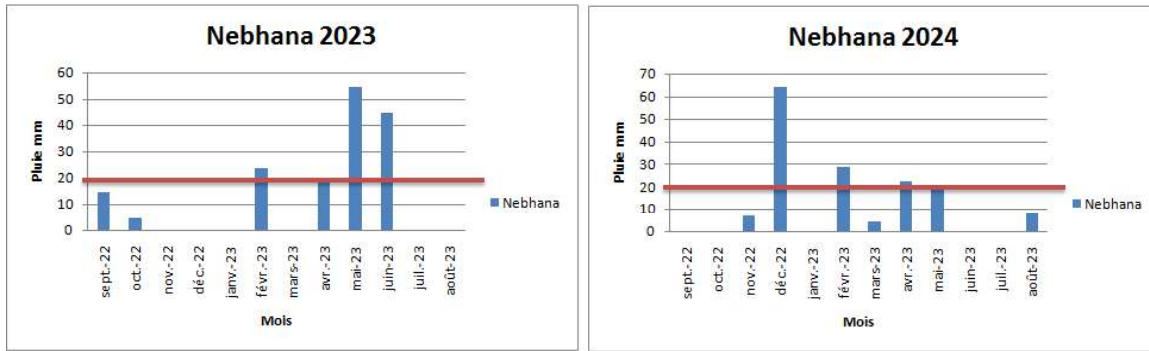


Fig. 5 – Pluviométrie des années hydrologiques respectives 22/23 et 23/24 à Nebhana.

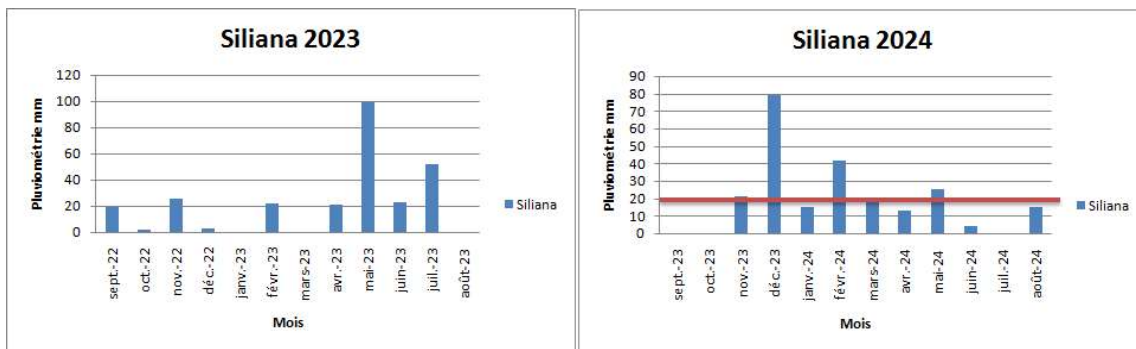


Fig. 6 – Pluviométrie des années hydrologiques respectives 22/23 et 23/24 à Siliana.

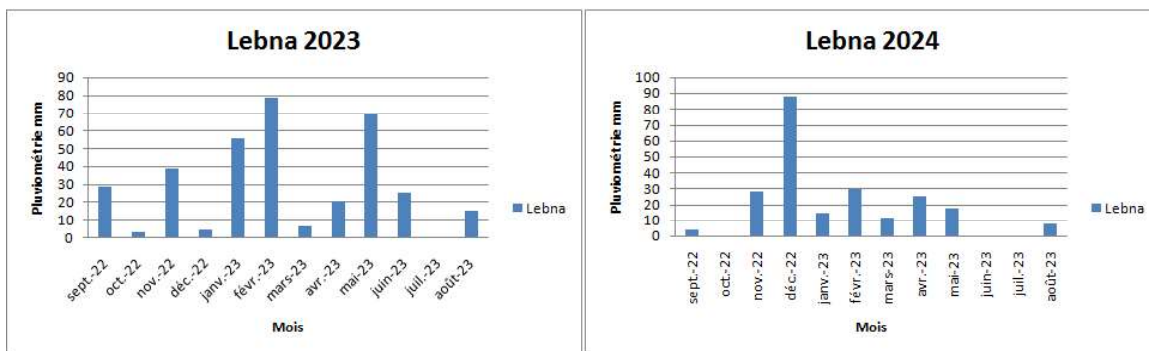


Fig. 7 – Pluviométrie des années hydrologiques respectives 22/23 et 23/24 à Lebna.

Écoulement à l'échelle mensuelle

Les mois de septembre et octobre de l'Automne 2023 sont pratiquement secs et par conséquent il n'y a pas d'écoulement vers les barrages. Le mois de novembre quant à lui 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 (Tableau 2) à causes des sécheresses dans les mois qui précèdent ce qui influe sur l'état des sols qui sont devenus très secs.

Tableau 1. Coefficient d'écoulement mensuel du mois de novembre 2023 dans les stations Siliana, Nebhana et Lebna

| Barrage | Hauteur pluie | Volume ruisselée Mm3 | Coefficient d'écoulement |
|----------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Siliana | 28.5 mm | 0.551 | 1.86% |
| Nebhana | 7 mm | 0.066 | 1.1% |
| Lebna | 28 mm | 0.052 | 1% |

Tableau 2. Coefficient d'écoulement mensuel du mois de mai 2023 dans les stations Siliana, Nebhana et Lebna

| Barrage | Hauteur pluie | Volume ruisselée Mm3 | Coefficient d'écoulement |
|----------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Siliana | 114 mm | 1.751 | 1.47% |
| Nebhana | 54.5 mm | 0.278 | 0.6% |
| Lebna | 69 mm | 0.127 | 0.92% |

Écoulement à l'échelle des crues

Durant les mois de septembre et octobre de l'Automne 2023 on n'a pas enregistré de crues. Durant le mois de novembre 2023 les crues sont faibles. Les crues du 9 et 10 décembre 2023 revèlent une légère importance. On a calculé les coefficients d'écoulement de ces crues (tableaux 3 et 4), ces coefficients restent faibles et varient entre 0 et 6%.

Tableau 3. Coefficient d'écoulement à l'échelle des crues cas du 9 décembre 2023 dans les stations Siliana, Nebhana et Lebna

| Barrage | Hauteur pluie | Volume ruisselée Mm3 | Coefficient d'écoulement |
|----------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Siliana | 20 mm | 0.032 | 0.15% |
| Nebhana | 9 mm | 0.011 | 0.14% |
| Lebna | 18.5 mm | 0.01 | 0.27% |

Tableau 4. Coefficient d'écoulement à l'échelle des crues cas du 10 décembre 2023 dans les stations Siliana, Nebhana et Lebna

| Barrage | Hauteur pluie | Volume ruisselée Mm3 | Coefficient d'écoulement |
|---------|---------------|----------------------|--------------------------|
| Siliana | 6 mm | 0.373 | 6% |
| Nebhana | 0 mm | 0.002 (résiduel) | 0% |
| Lebna | 5 mm | 0.001 | 0.1% |

Etat d'envasement des barrages

Les résultats montrent que le barrage Nebhana est actuellement envasé à environ 25% de sa capacité totale et que la dégradation spécifique est de l'ordre de 4.5 m³/ha/an. Les résultats pour le barrage Siliana montrent que le barrage est actuellement envasé à environ 55.7% de sa capacité totale. L'érosion spécifique moyenne calculée à l'échelle du bassin versant est donc de 11.4 m³/ha/an. Le barrage Lebna est actuellement envasé à environ 15% de sa capacité totale avec une dégradation spécifique de l'ordre de 6.5 m³/ha/an. Les inondations 2018 à Nabeul avec les fortes pluies ont dévasées légèrement le barrage Lebna qui enregistre le plus faible taux d'envasement parmi les trois barrages.

Mesures d'adaptation

La première mesure concerne la bonne gestion de l'eau en effet il faut bien gérer l'excès durant les années très pluvieuses, éviter les gaspillages et les pertes dans les réseaux divers, et introduire des techniques nouvelles d'économie d'eau. La deuxième mesure concerne les travaux de conservation des eaux et des sols (CES) qu'il faut multiplier sur les deux bassins versant afin de retenir le maximum de sédiments et de pouvoir prolonger par conséquent la durée de vie des barrages. Ces travaux concernent aussi bien les parcelles que les voies d'eaux. Particulièrement les ouvrages de protection en gabions constituent un moyen efficace de rétention des sédiments.

CONCLUSION

Les années 2022/23 et 2023/24 sont caractérisées par une sécheresse exceptionnelle dans les stations Nebhana, Siliana et Lebna. Les écoulements sont très faible et les apports vers les trois barrages sont négligeable que ce soit à l'échelle mensuelle ou à l'échelle des crues. L'envasement des barrages Nebhana et Siliana est devenu un problème pertinent qui a des effets sur la quantité et la qualité des eaux surtout pour Siliana avec un taux qui dépasse les 50%. Les mesures d'adaptation s'imposent et doivent tenir en compte les changements climatiques. Les travaux de conservations des eaux et des sols qui existent déjà au niveau du bassin versant que ce soit au niveau de la parcelle ou au niveau des voies d'eaux doivent être renforcés et multipliés. Dans le même temps, des mesures de vulgarisation et de sensibilisation auprès de la société civile doivent être menées et encouragées.

Références

1. 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 réseaeau et climat. Comment gérer la ressource en eau dans un contexte de changement climatique global. Université Rouen Normandie France 20 - 21 décembre 2017.
2. 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.
3. Convention des nations unies pour la lutte contre la désertification CNULCD, 2020. Plan national sécheresse Tunisie. 116p.
4. Henia, L. 2014. Les grandes sécheresses en Tunisie au cours de la dernière période séculaire. Eau et Environnement, ENS éditions. p. 25-36.
5. Nouiri, I. Saidi, F., Romdhane, A., Brini, R., Bouslama, A., Elbeji R., Ayoub, T. et Tarhouni, J. 2015. Modélisation par WEAP des ressources en eaux et des usages du système Nebhana en Tunisie. Colloque Eau Climat 2015, 24 et 25 novembre 2015, Constantine. Algérie.
6. 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.
7. Musy, A. 2005. Hydrologie générale. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne EPFL, Suisse.
8. Organisation Météorologique Mondiale (OMM), 2006. Suivi de la sécheresse et alerte précoce: principes, progrès et enjeux futurs, 26p.