

Évaluation de la qualité des eaux de surface de la plaine du Haouz à l'aide d'indices de qualité des eaux

Assessment of the surface water quality of the Haouz plain using water quality indices

Yassine MIMOUNI^{a, b}, Jean-François DELIEGE^a

^a Université de Liège, Aquapôle, Bat. B53 campus Sart-Tilman, 4000 Liège

^b Université Mohammed Premier, Boulevard Mohamed VI - BP : 717, Oujda, Maroc

RÉSUMÉ

La plaine du Haouz connaît un développement industriel, touristique et agricole important, ce qui exacerbe la pression sur les ressources en eau. Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité de l'eau dans trois rivières de la plaine du Haouz (Ourika, Rherhaya et Issil). L'indice de qualité de l'eau (IQE) est déterminé à partir de huit paramètres physico-chimiques (T°C, pH, EC, DBO5, NH4, NO3 et NO2). Il a été calculé en tenant compte des valeurs seuils de la norme marocaine relative à la qualité des eaux d'alimentation et la norme marocaine de la qualité des eaux de surface. En outre, la qualité de l'eau pour l'irrigation a été évaluée à l'aide du taux d'absorption du sodium (SAR), l'indice de perméabilité (PI) et l'indice du carbonate de sodium résiduel (RSC). En amont du bassin, la qualité de l'eau reste excellente, sans grande variation saisonnière. Au niveau de l'aval du bassin, la qualité est très dégradée en raison de la présence de grandes concentrations de DBO5, d'ammonium et de nitrite. D'une façon générale, les résultats du SAR, PI et RSC ont montré que la classe d'eau est excellente pour l'irrigation et ne présente pas de risque sur les sols.

ABSTRACT

The Haouz plain is knowing increasing industrial, tourist and agricultural developments, which put under pressure, its water resources. This study aims to assess the water quality in three rivers of the Haouz plain (Ourika, Rherhaya and Issil). The water quality index (WQI), determined from eight physicochemical parameters (T°C, pH, EC, BOD5, NH4, NO3 and NO2), was calculated taking into account the threshold values of the Moroccan standard related to the quality of feed water and the Moroccan standard of surface water quality. In addition, the quality of water for irrigation was evaluated using the sodium absorption rate (SAR), the permeability index (PI) and the residual sodium carbonate index (RSC). Upstream, the water quality remains excellent with low seasonal variation. At the downstream of the basin, the quality is very degraded due to the presence of high concentrations of BOD5, ammonium and nitrite. In general, the results of the SAR, PI and RSC showed that the water quality is excellent for irrigation and does not present a risk to the soil compartment.

MOTS CLES

Plaine du Haouz, Indices, Qualité de l'eau, Irrigation.

1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE ET OBJECTIFS

La plaine du Haouz (fig.1) localisée dans le bassin versant de Tensift (centre-ouest du Maroc) connaît un développement industriel, touristique et agricole croissant, ce qui exacerbe la pression sur les ressources en eau déjà menacées par les changements climatiques. Les rivières (Ourika, Rherhaya et Issil) qui prennent leurs sources dans les montagnes du Haut Atlas (Toubkal, 4167m) sont affectées par cette dynamique économique de la région. Les eaux usées le plus souvent non traitées, les eaux usées industrielles et les déchets des huileries constituent une source ponctuelle de pollution des trois

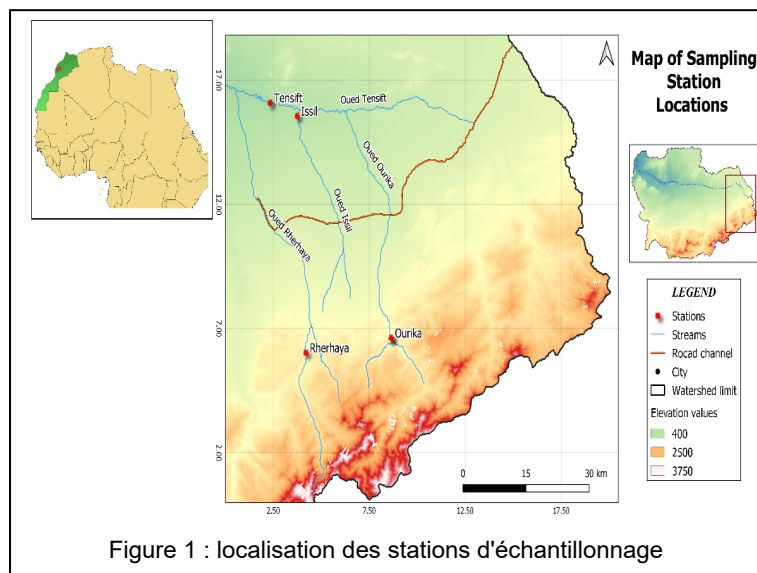


Figure 1 : localisation des stations d'échantillonnage

rivières. De plus, la surfertilisation des terres agricoles et l'utilisation excessive de pesticide contaminent la rivière par lessivage et représentent une source diffuse de pollution. L'objectif de cette étude est de déterminer le niveau de contamination des ressources hydriques de la plaine du Haouz et de représenter l'évolution spatio-temporelle de la pollution. Pour ce faire, nous avons utilisé l'indice de qualité des eaux (IQE) et la norme marocaine des eaux potables (NM 03.7.001). Nous avons également déterminé le risque sur les sols en cas d'utilisation des eaux lors de l'irrigation, par les indices SAR, PI et RSC.

2 METHODOLOGIE

Les données ont été collectées auprès de l'Agence du Bassin Hydrographique du Tensift (ABHT), l'organisme responsable de la gestion des ressources en eau dans le bassin. Quatre campagnes d'échantillonnage ont été réalisées en mars, mai, juillet et octobre 2015. Les paramètres retenus pour évaluer la qualité de l'eau sont l'oxygène dissous, la température de l'eau, le pH, la conductivité électrique, la demande biologique en oxygène (DBO), l'ammonium (NH₄), le nitrate (NO₃) et le nitrite (NO₂). Au total, 120 analyses physico-chimiques ont été réalisées dans ce travail. Par la suite, les résultats ont été utilisés pour calculer l'indice de qualité des eaux (IQE). L'IQE a été développé par Horton en 1965 et depuis lors, il a été largement utilisé pour déterminer l'état de la qualité des eaux.

Tableau 1 : Classes de qualité des eaux selon la méthode de l'indice arithmétique pondéré

Valeur IQE	Niveau de qualité	Classe
0-25	Excellente qualité de l'eau	A
26-50	Bonne qualité de l'eau	B
51-75	Mauvaise qualité de l'eau	C
76-100	Qualité de l'eau très mauvaise	D
> 100	Impropre à la consommation	E

Dans cette étude, l'indice de qualité des eaux est basé sur la méthode arithmétique pondérée développée par Bowen en 1972, qui définit la qualité des eaux en cinq classes (tab.1). La salinité de l'eau d'irrigation modifie les propriétés physiques des sols et limite la capacité des racines à absorber l'eau [1], dans cette étude le taux d'absorption du sodium (SAR), l'indice de perméabilité (PI) et le carbonate de sodium résiduel (RSC) ont été calculés pour évaluer la qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation.

3 RESULTATS

3.1 Propriétés physico-chimiques de l'eau

Le pH est compris entre 7,6 et 8,55, ces valeurs correspondent à une eau légèrement alcaline. Les moyennes mensuelles de la conductivité électrique sont respectivement de 2420, 1248, 1069 et 2114 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ces valeurs sont légèrement élevées et peuvent être attribuées aux activités anthropiques. L'oxygène dissous a atteint une valeur maximale de 10 mg/l et une valeur minimale de 0 mg/l, ces faibles valeurs en oxygène dissous sont négativement corrélées avec la DBO₅, ce qui indique une contamination potentielle par des rejets anthropiques. Les valeurs de DBO₅ ont tendance à augmenter à partir de mars pour atteindre un maximum de 111 mg/l en juin, cette augmentation peut être expliquée par l'évaporation et la diminution du débit pendant les mois d'été. Les valeurs d'ammonium oscillent entre 0 et 39 mg/l et atteignent leur valeur maximale en juin. Les valeurs de

nitrate variant de 0,12 à 70 mg/l enregistrées en mars, le lessivage des terres agricoles dû aux périodes pluvieuses peut expliquer cette augmentation. Les pics de nitrite ont été enregistrés en mars et juin où ils ont atteint des concentrations critiques de 3,75 mg/l.

3.2 Évaluation de la qualité de l'eau basée sur le calcul des indices

D'après les résultats, le bassin présente une nette variation spatiale et temporelle (fig. 2). L'évolution spatiale est évidente. La partie amont du bassin (stations d'Ourika et de Rheghaya) est caractérisée par une excellente qualité de l'eau, les valeurs de l'IQE dans cette zone varient de 6 à 12. Les sous-bassins de l'Ourika et du Rheghaya sont caractérisés par l'absence de grandes agglomérations, et la topographie montagneuse réduit l'extension des terres agricoles, ce qui explique la faible pollution des eaux dans cette zone. La partie aval du bassin qui comprend les stations de Tensift et Issil, représente, durant toute la période d'étude, une qualité d'eau impropre à la consommation. Les IQE dans ces stations atteignent des valeurs extrêmement élevées.

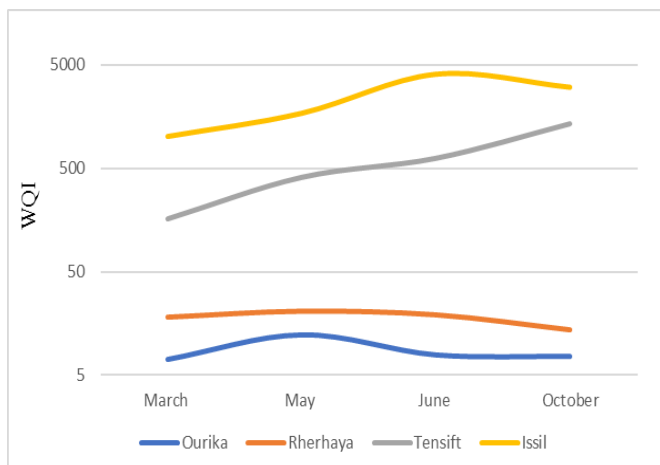


Figure 2 : L'évolution de l'indice de qualité des eaux (IQE)

Les paramètres physico-chimiques responsables de cette dégradation sont principalement la DBO5, l'OD, l'ammonium et, dans une moindre mesure, les nitrates et les nitrites. L'évolution saisonnière, montre une tendance à la détérioration de mars à octobre, cette variation est marquée dans la partie aval du bassin (Tensift et Issil), où leurs IQE varie de 142 en mars à 1321 en octobre pour la station de Tensift, et de 868 en mars à 3000 en juin pour la station d'Issil. Cependant, au niveau de l'amont du bassin, les stations d'Ourika et de Rheghaya montrent un IQE stable sans changement saisonnier. Ceci s'explique par la variation de la pluviométrie et du débit des rivières entre les différentes saisons. En effet, le débit diminue pendant les mois secs et devient presque nul dans la partie aval du bassin (Tensift et Issil), alors que les flux d'effluents (rejets urbains domestiques et industriels) restent élevés et, par conséquent, le taux de pollution augmente. Les valeurs du SAR dans la zone d'étude varient d'un maximum de 10, enregistré à la station de Tensift, à un minimum de 0,23 enregistré à Ourika (tab2). En général, les valeurs moyennes du SAR ne dépassent pas les limites fixées par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Les moyennes de l'IP sont respectivement de 65% en aval et 70% en amont, ce qui représente une eau adaptée à l'irrigation. La valeur la plus faible de l'IP est enregistrée à la station de Tensift en mars et elle est égale à 58% ce qui ne présente aucun risque pour les sols. Le CSR calcule le danger de l'utilisation d'une eau à forte concentration de bicarbonate qui réagit avec le calcium et le magnésium et forme une matière solide qui a tendance à précipiter, augmentant la part relative des ions sodium dans l'eau. Les valeurs de CSR des eaux de la zone d'étude n'ont pas dépassé les seuils et par conséquent, elles ne présentent aucun risque pour son utilisation en irrigation.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des paramètres d'évaluation de la qualité de l'eau d'irrigation

Indices	Ourika (amont)	Tensift (aval)	Seuils
SAR	0,45	6,8	9
PI	70%	65%	25%
RSC	-0,27	-11,37	1,25

4 CONCLUSION

Cette étude a permis d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau de surface dans la plaine du Haouz, mais elle a permis également de montrer la nécessité d'implanter un système de surveillance plus adéquat en augmentant les points et la fréquence d'échantillonnages. En outre, l'utilisation d'outils de modélisation et d'aide à la décision s'avère importante pour mettre en place des programmes de gestion et d'amélioration de la qualité de l'eau.

5 BIBLIOGRAPHIE

Merouche, A., Selvam, S., Imessaoudene, Y., et Maten, C. N. (2020). Assessment of dam water quality for irrigation in the northeast of catchment Cheliff-Zahrez, Central Algeria. *Environ. Dev. & Sustain.*, 22(6), 5709-5730