

Impact des lixiviats de la décharge sauvage de la ville de Taza sur les ressources hydriques (Maroc)

Mohamed Ben ABBOU^{1*}, Mounia El HAJI², Mahmoud ZEMZAMI³ et Fatima FADIL¹

¹*Laboratoire de Molécules Bioactives, Structure et Fonction, Faculté des Sciences et Techniques, Fès 30000, Maroc*

²*Laboratoire de Biotechnologie et valorisation des ressources naturelles, Faculté Polydisciplinaire de Taza, Boite Postale 1223 Taza Gare, Maroc*

³*Laboratoire de Géoressources et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Fès 30000, Maroc*

* Correspondance, courriel : benabbou.md@gmail.com

Résumé

La population de Taza, estimée à environ 154 496 habitants, produit 18 000 tonnes par jour de déchet solide et ceci malgré la faible activité industrielle de cette région. Ces déchets sont essentiellement domestiques (0,85 kg/ jours/ habitant) et sont réacheminés vers la décharge publique de Taza. Cette dernière est installée sur une plaine alluviale s'étendant sur une superficie de 4 hectares et n'ayant bénéficié, ni d'une étude préliminaire géologique ni hydrogéologique ni d'impact. De plus, le site de la décharge est à 1,2 Km du centre de l'agglomération et au cœur de l'Oued Larbâa ce qui pourrait générer de sérieux problèmes de pollution.

L'objectif du présent travail est l'étude de la qualité des eaux superficielles et souterraines pour évaluer le degré de pollution provenant des lixiviats de la décharge et des cours d'eau dans lesquels les rejets des eaux usées de la ville sont directement déversés.

Les résultats obtenus, sur la base d'analyse des échantillons, ont montré une dégradation plus ou moins forte de la qualité physico-chimique des eaux de la nappe souterraine et des eaux de surface spécialement en aval de la décharge et la présence d'une contamination bactérienne des eaux de surface et souterraines.

Mots-clés : *décharge sauvage, lixiviats, pollution, physico-chimie, Taza.*

Abstract

Impact of lixiviates from the refuse dump of Taza city on the water resources (Morocco)

The population of Taza, estimated at about 154 496 people, produces 18 000 tons per day of solid waste and this despite the low industrial activity in this region. These wastes are predominantly domestic (0.85 kg / day / capita) and are redirected to the refuse dump of Taza. This one is installed on an alluvial plain and covering an area of 4 hectares and have not benefited of any study controlling the choice of this site. In addition, the refuse dump site is 1.2 km from the center of the city and on Larbâa River which could cause serious pollution problems.

The objective of this paper is to study the quality of surface and ground water to assess the degree of pollution from the refuse dump and streams where the waste water of Taza city are directly released. The obtained results, based on analysis of samples showed in general a degradation of the physico-chemical quality of groundwater and surface water especially downstream of the refuse dump and also the presence of a bacterial contamination of surface water and groundwater.

Keywords : *refuse dump, lixiviat, pollution, physico-chemical quality, Taza.*

1. Introduction

L'avenir des ressources en eau de la ville de Taza est fortement conditionné par la gestion rationnelle et pérenne des déchets solides et des rejets liquides qui sont aboutissent dans le milieu récepteur aquatique sans aucun traitement préalable [1]. En effet il est regrettable de constater que beaucoup de villes marocaines ont considérablement grandi, le nombre d'habitats a fortement augmenté, le développement des activités socio-économiques et les mutations des modes de vie et de consommation, engendrent un gisement de déchets de plus en plus grandissant ; sans qu'elles aient eu le temps de se doter de réseaux modernes d'assainissement et d'unités de traitement de leurs eaux usées et à l'utilisation accrue de l'irrigation [2,3].

Étant donnée, que la décharge ne possède ni des installations techniques pour la protection de l'environnement, ni un concept d'exploitation contrôlé, les émissions polluantes émanent en permanence de la décharge. Les facteurs essentiels sont l'écoulement de surface non contrôlé ou l'infiltration dans le sous-sol des lixiviats, ainsi que le biogaz produit par la décomposition de la matière organique. En plus, sont encore à nommer les incendies fréquents et le développement de fumée ainsi que la mauvaise exploitation générale (envols de déchets, chiffonniers, bétails de pâturage, aspects hygiéniques), qui mènent à des risques importants et à des nuisances écologiques graves.

Ainsi, les pollutions peuvent altérer la qualité des eaux superficielles et souterraines [4]. Les eaux de pluies, lessivant les déchets, génèrent des lixiviats qui, en s'infiltrant, entraînent un enrichissement des eaux en métaux tels que le mercure, le chrome, le plomb et bien d'autres encore.

Un diagnostic organoleptique a permis de relever certaines observations relatives à la qualité des eaux des puits et sources proches de l'écoulement des eaux usées de la ville de Taza, révélant une forte salinité et parfois une mauvaise odeur. Une étude physico-chimique préliminaire de la majorité des puits sur les deux rives de l'oued Larbaa a montré la possibilité d'une contamination des eaux souterraines par les infiltrations des eaux usées.

La présente étude vise à déterminer l'état de dégradation des eaux superficielles et souterraines, afin d'évaluer l'impact de pollution provenant des lixiviats de la décharge et des cours d'eau dans lesquels les rejets des eaux usées de la ville sont directement déversés.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

La ville de Taza, appartient à la région nord orientale du Maroc, est caractérisée par un climat de type subhumide [5]. Le régime des pluies dans la zone d'étude se caractérise par deux saisons bien distinctes et très contrastées, une saison pluvieuse s'étalant pratiquement sur 8 mois d'Octobre en Mai, avec une

pluviométrie moyenne voisine de 580 mm (les zones montagneuses sont beaucoup plus arrosées : jusqu'à 1500 mm) et une saison sèche de Juin en Septembre où la moyenne des températures maximales approche 35. Sur le plan morphologique, la région de Taza est située en majorité entre deux bassins hydrologiques [6] : le bassin de la Moulouya à l'est et le bassin de Sebou à l'ouest et sur le plan hydrographique La ville de Taza est sillonnée par un réseau hydrographique dense formé essentiellement par un cours d'eau principal (oued Larbâa) et ses affluents (oued Taza, oued Dfali, oued Laghouireg et oued Jaouna). D'un point de vue hydrogéologique, On distingue deux types de nappes à Taza [5]: Une nappe profonde constituée de calcaires et l'autre phréatique qui donne naissance de plusieurs sources à la ville de Taza. Le réseau d'assainissement dans la ville est de type unitaire, qui reçoit dans les mêmes canalisations les eaux usées et les eaux pluviales, il couvre presque la totalité de la ville avec un linéaire totale de 80km [7].

Le réseau est formé d'un ensemble de collecteurs assurant l'assainissement de la majorité des quartiers de la ville, il est formé de 5 collecteurs principaux (Larbaa, Taza, Rhouireg, Dfali et Jaouna) ses collecteurs déversent leurs collectes en différents points des oueds traversant la ville sans aucun traitement préalable(**Figure 1**).

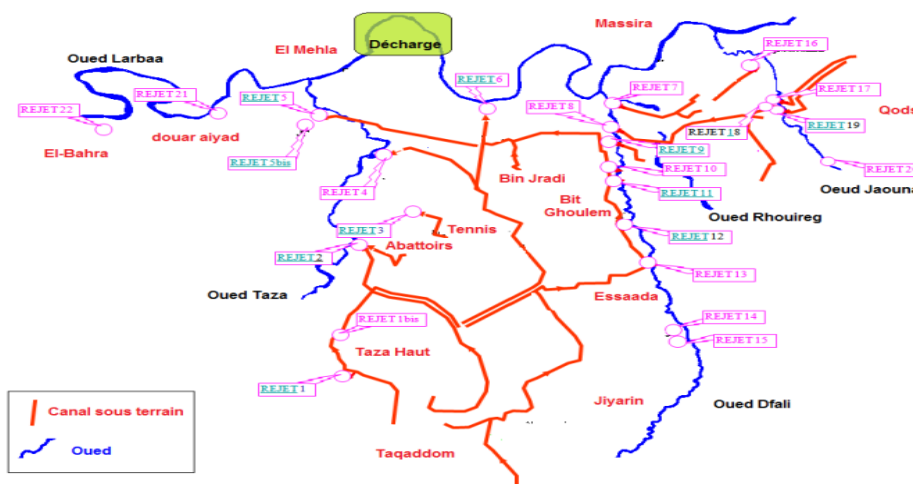


Figure 1 : Le réseau d'assainissement de la ville avec emplacement des rejets

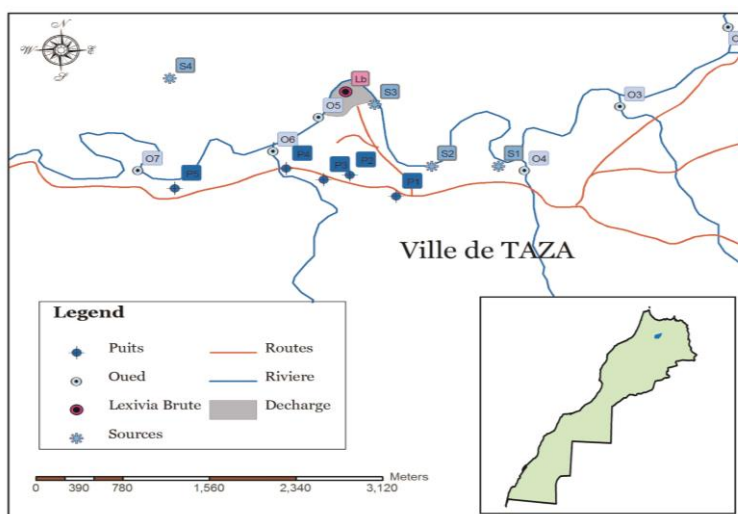


Figure 2 : Situation des points d'échantillonnage

2-2. Analyses physico-chimiques

La fréquence d'échantillonnage adoptée durant la période d'étude (Avril 2012-Octobre 2012) était d'un prélèvement par mois. Quinze paramètres ont été mesurés. Cinq de ces paramètres [8] l'ont été sur le terrain : la température, la conductivité, le pH à l'aide d'un multi-paramètre analyser Type CONSORT – Modèle C535, la turbidité à l'aide d'un turbidimètre Type HACH-Modèle 2100P et l'oxygène dissous par la méthode de titrage de Winkler. Le choix des points d'échantillonnage est présentatif (*Figure 2*), le prélèvement, le transport et la conservation des échantillons d'eau font référence au protocole et procédures défini par l'Office National de l'Eau Potable (ONEP) [9,10]. Les méthodes utilisées au sien du Laboratoire Biotechnologie et Valorisation des Ressources Naturelles de la Faculté Polydisciplinaire de Taza sont : la volumétrie pour les bicarbonates, les chlorures, le calcium et le magnésium ; la spectrophotométrie d'absorption moléculaire pour les sulfates, les nitrates, les nitrites, les ions ammoniums et les orthophosphates et la La spectrophotométrie à flamme pour le sodium et le potassium. La DBO5 est déterminée par un OXITOP, La DCO est déterminé par l'oxydation en milieu acide par l'excès de dichromate de potassium à la température de 148°C des matières oxydables dans les conditions de l'essai en présence de sulfate d'argent comme catalyseur et de sulfate de mercure et la matière en suspension (sur une membrane de 0,45 µm) [11,12] . Le dosage des éléments-traces (Cd, Co, Cu, Fe, Ni,..) a été effectué à l'aide de la spectrométrie d'Emission couplée à un plasma induit (ICP-AES) au laboratoire de CURI de Fès.

2-3. Analyse bactériologique

L'étude des paramètres bactériologiques a porté sur la quantification des paramètres d'origine fécale: coliformes fécaux (CF), coliformes totaux (CT) et streptocoques fécaux (SF). Les prélèvements ont été effectués d'après la procédure de prélèvement et d'analyse de l'ONEP [10] avec une fréquence mensuelle. Le dénombrement des CF, CT et SF a été effectué selon la méthode indirecte de fermentation en tube multiple dans un bouillon lactosé; le nombre a été ensuite déduit statistiquement suivant la méthode du nombre le plus probable [11].

3. Résultats et discussion

Les résultats de cette étude sont exposés en discutant les paramètres mesurés, notamment les mesures effectuées in situ et celles effectués au laboratoire. Nous citerons les résultats moyens relatifs aux eaux des cours d'eau qui reçoivent des eaux usées brute, des lixiviats de la décharge incontrôlée et ceux des eaux souterraines.

3-1. Eaux de surface

Les résultats de la conductivité et de l'oxygène dissous montrent une dégradation intense dans les eaux de l'oued Bouljraf, Jaouna, Dafli et Taza; collecteurs des eaux usées de la ville de Taza et de l'oued Larbâa, collecteur de ces eaux usées et des lixiviats de la décharge incontrôlée (*Figure 1*). Les teneurs moyennes de ces paramètres ont montré que :

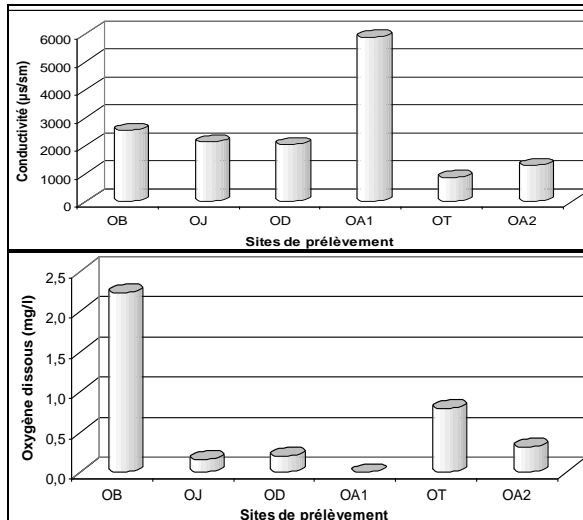


Figure 3 : Évolution de la conductivité et de l'O₂ dissous

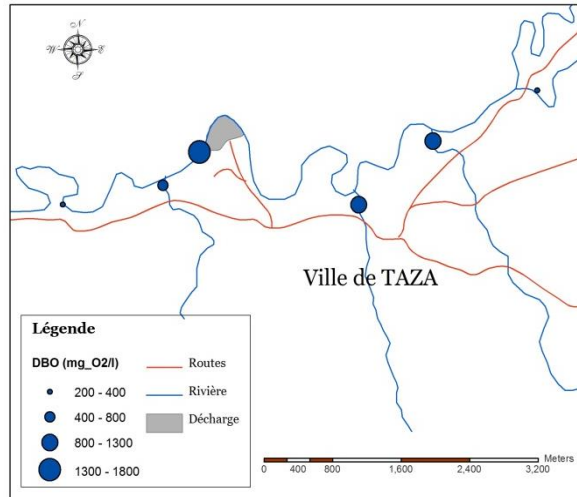


Figure 4 : Carte de la DBO₅ en (mg d'O₂/L)

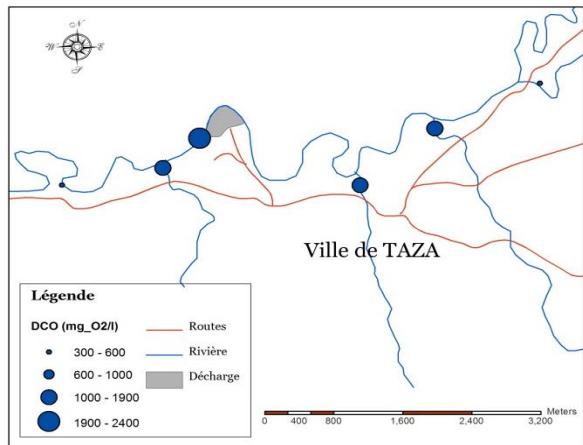


Figure 5 : Carte de la DCO en (mgd'O₂/L).

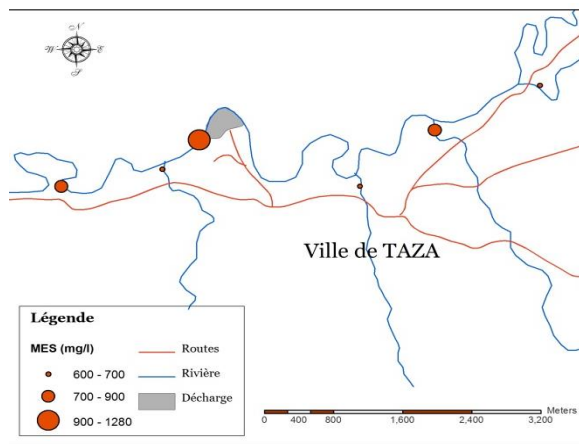


Figure 6 : Carte de la MES en (mg/L).

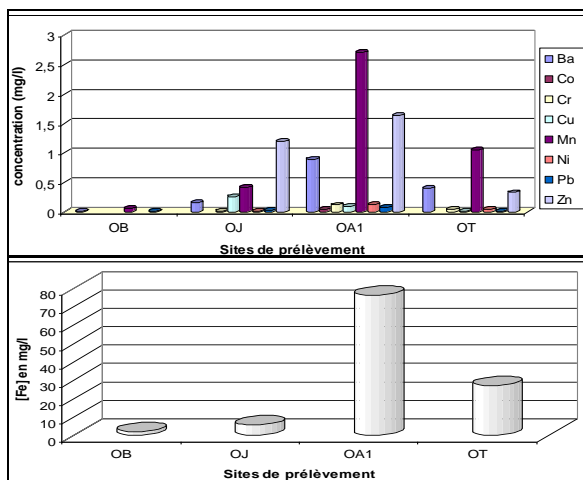


Figure 7 : Évolution des métaux lourds en (mg/L).

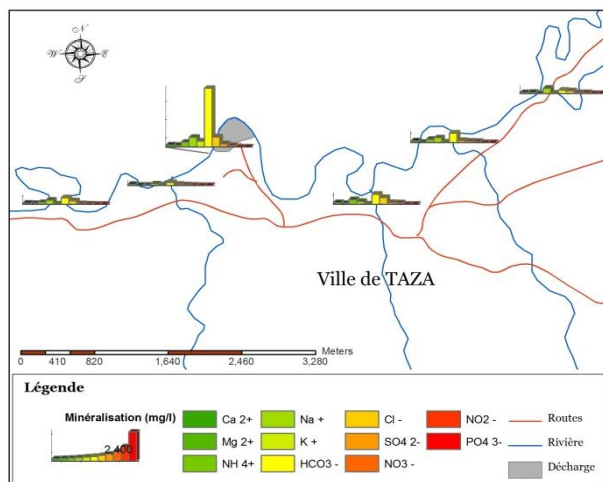


Figure 8 : Carte de la minéralisation en (mg/L).

La valeur moyenne de la conductivité des eaux de surface étudiée varie entre un minimum de 861,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et un maximum de 5873 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les eaux de l'oued Larbâa (OA1) à côté de la décharge (**Figure 3**). L'origine de cette minéralisation, attribuée à priori au lixiviats et la confluence de tous les collecteurs des eaux usées de la ville. Selon ce paramètre, les normes marocaines [13] permettent de classer les eaux de surface de la ville de Taza dans les classes moyennes à très mauvaises.

Les valeurs moyennes de chlorures dans les eaux superficielles se situent entre 227,2 mg/L et 830,7 mg/L (**Figure 8**).

Alors que, Le taux d'alcalinité est important surtout dans l'oued Larbâa (OA1) à côté de la décharge et l'oued Jaouna (OJ) ce qui est probablement dû peut être à ce dernière aux rejets industriels des conserveries.

Les teneurs en orthophosphates dans les eaux étudiées sont faibles sauf dans les lixiviats dilués par les eaux de l'oued Larbâa (OA1) et de l'oued Taza (OT) qui dû à une minéralisation très poussée de la matière organique par le mélange de ces eaux avec les rejets d'abattoir de la ville de Taza (**Figure 8**).

L'analyse des éléments azotés des cours d'eau échantillonnés montre des concentrations importantes en comparaison même avec la norme marocaine de qualité des eaux destinées à l'irrigation. Pour les nitrates on note des taux assez élevés par rapport aux normes marocaines [13] Cela pour tous les oueds qui collectent les rejets des eaux usées de la ville (Dfali, Taza, Jaouna et Larbâa). Ce qui permet de déduire que ces eaux de surface sont de qualité moyenne à mauvaise [13].

L'analyse des résultats des métaux lourds montre que les concentrations en éléments traces seulement le Fer (Fe) et le Manganèse (Mn) (**Figure 7**) dépassent la valeur limitée pour l'irrigation [13]. Donc les eaux superficielles qui collectent les eaux usées de la ville de Taza constituent un facteur limitant pour la réutilisation de ces eaux dans l'irrigation.

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux superficielles analysées révèlent la présence des germes indicateurs de contamination fécale ainsi que certains germes pathogènes. La charge moyenne en coliformes totaux (CT), coliforme fécaux (CF) et streptocoques fécaux (SF) est de $1,1 \cdot 10^9$ germes/100, $7,5 \cdot 10^8$ germes/100 et $6,4 \cdot 10^8$ germes/100ml en successive comme valeur moyenne maximale dans les eaux de l'Oued Larbaa (OA1). Ces résultats dépassent largement la norme fixée par l'organisation mondiale de santé à 1000 CF/ 100 ml (OMS, 1989) et aux normes Marocaines des eaux d'irrigation.

Le rapport CF/SF pour les eaux analysées est supérieur à 1 [14], ce qui signifie que la pollution fécale est d'origine humaine.

L'évolution de l'oxygène dissous dans les eaux de surface traduit une nette dégradation de la qualité des eaux surtout qui se situent à proximité de la décharge publique (0,16 mg/L) dans les eaux de l'oued Larbâa (OA1) (**Figure 3**). Ce déficit en oxygène dissous est le résultat des fortes charges organiques générées par les rejets liquides et les lixiviats de la décharge de la ville de Taza. La comparaison des valeurs en oxygène dissous dans nos échantillons analysés avec la grille de qualité des eaux de surface permet de déduire que ces eaux usées sont de qualité mauvaise à très mauvaise [13].

Les valeurs moyennes de la DBO5 enregistrées sont comprises entre 225 et 1700 mg d'O₂/L la valeur moyenne maximale enregistrée au niveau des eaux usées de l'Oued Larbaa (OA1) (**Figure 2**). Quant à la DCO, les valeurs moyennes sont de 332 à 2387 mg d'O₂/L pour l'Oued Larbaa à côté de la décharge (**Figure 3**). Par ailleurs, les valeurs moyennes en MES sont de 640 mg/l au niveau de l'oued Bouljraf (OB) et de 1280 mg/L pour l'Oued Larbâa (OA1) (**Figure 4**). Ces fortes valeurs seraient liées à une forte oxydation des composés inorganiques oxydables et à une pollution par des lixiviats qui est essentiellement due à la matière organique.

Le calcul des rapports DCO/DBO5, DBO5/DCO détermine l'origine des eaux usées de ces effluents étudiés (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Rations des eaux des oueds collecteurs des usées de la ville de Taza

Réf. Échantillon	DCO/DBO5	DBO5/DCO
OB	1,48	0,68
OJ	1,24	0,80
OD	1,58	0,63
OA1	1,40	0,71
OT	1,38	0,73
OA2	1,71	0,58

Le rapport DCO/DBO5 variant de 1,24 à 1,71 (**Figure 9**) confirme que les eaux de surface de la ville de Taza reçoivent des usées urbaines à dominance domestique présentant un rapport DCO/DBO5 inférieur à 3 [14]. Donc, on peut conclure que même si les eaux usées de ce rejet urbain présentent une charge organique élevée, elles sont facilement biodégradables.

Le rapport DBO5/DCO permet d'apprécier l'efficacité possible d'un système biologique dont les valeurs permettent de juger de la biodégradabilité d'un effluent. Donc d'après le rapport DBO5/DCO calculé on trouve que 83,3 % des eaux de surface qui reçoivent les eaux usées supérieurs à 0,6. Ce que nous permet de déduire que la charge en matières organiques dans les eaux usées de ces collecteurs est facilement biodégradable par un traitement biologique qui paraît tout à fait convenable.

3-2. Eaux souterraines

Les teneurs moyennes des principaux paramètres et indicateurs de pollution des eaux souterraines a montré que :

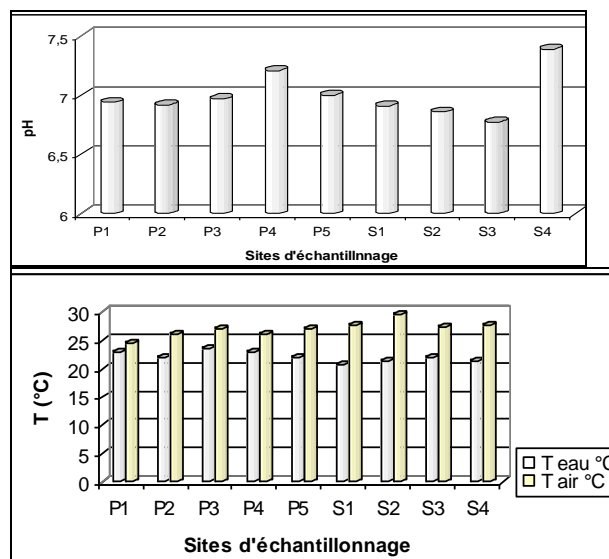


Figure 9 : Évolution de pH et de la T °C.

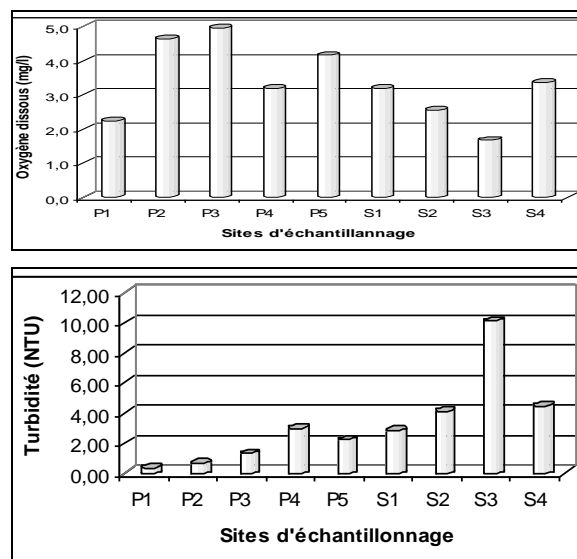


Figure 10 : Évolution de la turbidité et de l'O2 dissous

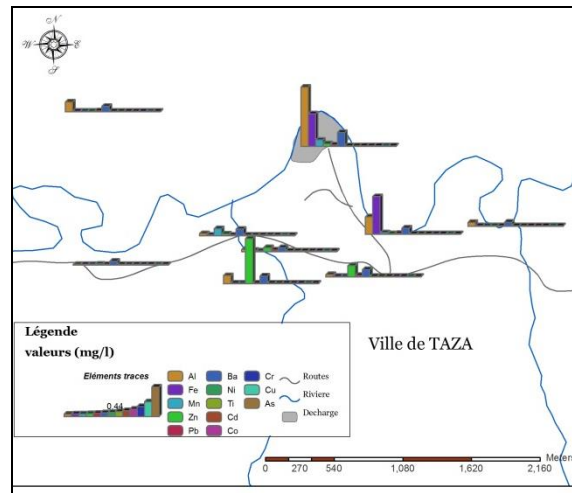
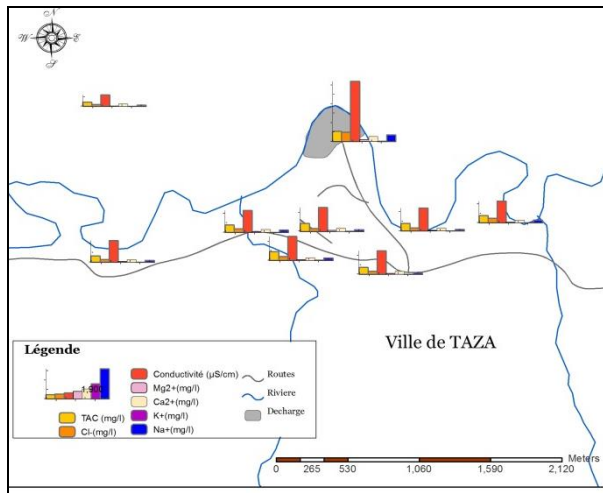


Figure 11 : Carte des éléments de minéralisation en (mg/L)

Figure 12 : Carte des métaux lourds en (mg/L)

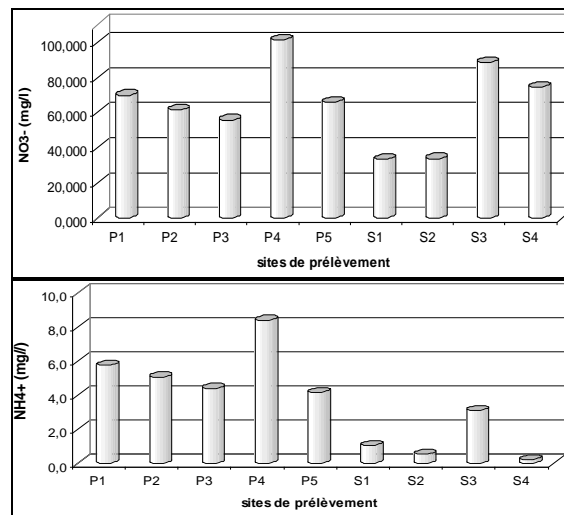
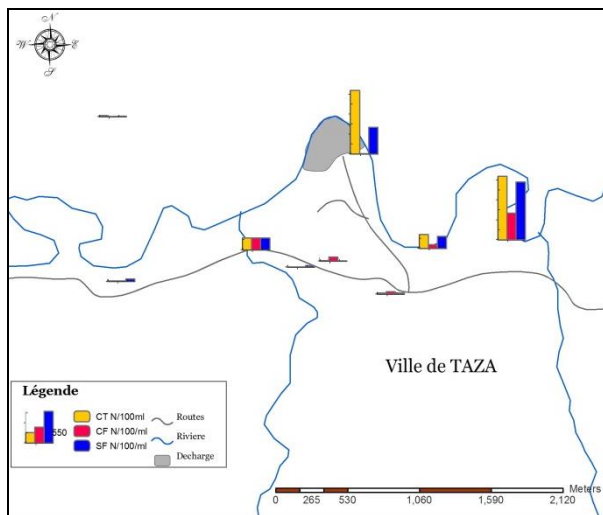


Figure 13 : Carte des CT, CF et SF (N/100ml)

Figure 14 : Evolution de NO₃⁻ et NH₄⁺ en (mg/L)

Les valeurs du pH et de la température des eaux souterraines étudiés se trouvent dans la norme de potabilité marocaine, leurs valeurs moyennes varient de 6,92 à 7,39 pour le pH et de 21,26 à 23°C pour la température (**Figure 9**). Pour la turbidité sauf la source (S2) qui dépasse deux fois la norme marocaine (10,1 NTU) et présente une faible quantité d'oxygène comme valeur moyenne minimale (2 mg/L) (**Figure 10**). Cette anomalie due essentiellement à la perméabilité des eaux usées de l'oued Larbaa (collecteur des eaux usées de la ville de Taza) que la distance entre eux ne dépasse pas 2m.

Les valeurs moyennes consignées dans la carte (**Figure 11**) montre que la conductivité électrique (proportionnelle à la minéralisation) varie entre un minimum de 712,67 µS/cm et un maximum de 3730µS/cm et que les fortes valeurs sont observables au niveau de la source S3 à côté de la décharge et des puits situés en aval immédiat des rejets des eaux usées. Ces valeurs importantes semblent résulter d'une part des apports issus du drainage de l'oued par la nappe alluviale et ce suite à l'absence et l'insuffisance de la période pluvieuse et / ou par un lessivage de la roche réservoir où les eaux séjournent dans la nappe alluviale.

Les valeurs moyennes en chlorures évoluent de la même manière que la conductivité pour l'ensemble des points de mesure. Les chlorures pourraient provenir des rejets industriels, de la percolation à travers les terrains salés (la concentration en chlorure en amont de l'oued Larbaa égal à 1159,51 mg/L) [1] et à l'écoulement des eaux d'irrigation.

Sur le plan hydrochimiques, Les eaux sont fortement minéralisées, très dures (de 147 à 325 mg/L en calcium, de 8,8 à 112,20 mg/L en magnésium), de 66,67 à 414,29 mg/L en sodium) (**Figure 11**).

Les métaux lourds dosés ont montré une pollution métallique des eaux souterraine par rapport à la norme marocaine de potabilité (NM 03.7.001) concernant la concentration en plomb (0,02 mg/l dans les puits (P1, P3) et la source S3 ; et la concentration en fer (0,875mg/L) et aluminium (0,558 mg/L) dans les sources S3 et S2 en parallèle (**Figure 12**). Ceci témoigne de la percolation des eaux usées et des lixiviats à travers les différentes couches en fonction de leur degré de perméabilité.

Les éléments azotés croissent dans les eaux souterraines étudiées situés à proximité des eaux usées et de la décharge publique (**Figures 1 et 14**). Leur existence en quantité importante témoignerait d'une contamination récente résultant de l'infiltration des eaux usées et d'un déficit du milieu en oxygène (**Figure 10**).

De même, la qualité de l'eau est médiocre par rapport au paramètre nitrates puisque seuls les sources S1 et S2 respectent les normes marocaines de 50 mg/L. La valeur moyenne maximale atteint 101,232mg/L dans le puits (P4). Ce résultat montre une pollution par les nutriments, dont l'origine est probablement liée à l'oxydation des nitrites par les bactéries de la nitrification suite à l'infiltration des eaux usées. Ces sources présentent aussi une contamination bactérienne importante qui confirme l'écoulement superficiel des eaux usées vers la nappe alluvial de la zone d'étude.

4. Conclusion

Les résultats obtenus au cours de cette étude témoignent un double impact d'une décharge et des eaux usées sur la qualité des eaux :

- Un impact direct : par l'influence des rejets déversés sans aucun traitement préalable et celle des lixiviats, qui par écoulement entraînent une pollution des eaux de surface confirmée par les concentrations observées en aval des oueds traversant la ville de Taza qui dépassent les normes admissibles pour l'irrigation et de loin celles admissibles pour les eaux de surface.
- Un impact indirect : les eaux s'écoulent et s'infiltrent par les fissures. La décharge repose un plain alluvial qui facilite la percolation des lixiviats et des eaux usées, causant une pollution en profondeur des eaux souterraines. Les teneurs obtenues particulièrement en oxygène dissous, NO_3^- , NH_4^+ , Al^{3+} , Fe, Pb, restent supérieures aux normes marocaines de potabilité, indiquant l'importance des pollutions organiques et métalliques décrites précédemment. La présence de germes dans les eaux souterraines confirme cet état de pollution.

Enfin, le transfert de la décharge publique de Taza et le traitement des rejets liquides par un procédé biologique ;afin de pallier les risques de pollution des eaux de l'oued Larbâa et partant du bassin d'Inaouen. Ainsi celles souterraines qui s'avère être la solution la plus appropriée pour préserver la qualité des eaux de barrages et les eaux souterraines qui restent la plus source importante pour l'alimentation en eau potable dans la région de Taza.

Références

- [1] - M. El Haji, S.BOUTALEB, R. LAAMARTI et L. LAAREJ. Qualité des eaux de surface et souterraine de la région Taza : Bilan et situation des eaux . *Afrique SCIENCE* 08(1) (2012) 67-78, <http://www.afriquescience.info>
- [2] - A. DRIS L'eau matière stratégique et enjeu de sécurité au 21ème siècle. Université Paris10-DEA Sciences Politiques, (2005).
- [3] - BAWMAN. Water is best, Oxford University press.
- [4] - Wateraid Madagascar. Politique de la qualité de l'eau. Février 2004. Version N3, p 03.
- [5] - Ministre de l'aménagement des territoires de l'eau et de l'environnement. Études de choix du site pour l'implantation d'une décharge contrôlée des déchets ménagers et assimilés de la ville de Taza (Avril 2005) Mission II.
- [6] - Minute du rapport définitif de l'étude du schéma directeur de l'assainissement du centre de Guerif (SDACG) (1994) Mission A.
- [7] - Ministre de l'aménagement des territoires de l'eau et de l'environnement. Études de choix du site pour l'implantation d'une décharge contrôlée des déchets ménagers et assimilés de la ville de Taza (2004) Mission I.
- [8] - ONEP. Modes opératoires normalisés. (Janvier 2008) Direction contrôle qualité des eaux.
- [9] - ONEP. Procédure de conditionnement et de conservation des échantillons d'eau (14PQ 07) Direction contrôle qualité des eaux.
- [10] - ONEP. Procédure de prélèvement des eaux naturelles, traitées et usées. Direction contrôle qualité des eaux (2007).
- [11] - J. RODIER « L'analyse de l'eau – eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer », 9ème édition, Paris, Dunod, (2009) 1475 p.
- [12] - ABOUZAIID et DUCHESNE. Direction contrôle qualité des eaux. ONEP (1984).
- [13] - Bulletin officiel « Grilles de qualité des eaux potables », 10 Chaabane 1423 (17 octobre 2002). Ministère de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, de l'habitat et de l'environnement, Rabat (2002).
- [14] - ONEP. Approche de la typologie des eaux usées urbaines au Maroc. ONEP et GTZ. Rabat (1998).