

CARACTERISTIQUES DE LA DECHARGE PUBLIQUE DE LA VILLE DE TIARET ET SON IMPACT SUR LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

CHARACTERISTICS OF THE TIARET TOWN LANDFILL AND ITS IMPACT ON GROUNDWATER QUALITY

MEHDI. MEKAIKIA MOKHTARIA¹, BELABBED BOURHAN EDDINE²
DJABRI. LARBI³, HANI AZZEDINE³ LAOUR RABAH³

1 Faculté des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Université de Tiaret, Algérie
Email : sotaa105@yahoo.fr

2 Faculté des sciences, département de biologie marine, Université d'Annaba, Algérie

3 Faculté des Sciences de la Terre, département de Géologie, Université d'Annaba, Algérie
Email : djabri_larbi@yahoo.fr

RESUME

La décharge publique de la ville de Tiaret, située à 150 km au Sud-Ouest de Mostaganem (Algérie occidentale), repose sur des formations marno-calcaires à porosité de fissures facilitant la pollution des réserves en eaux souterraines. Le terrain, en faible pente, favorise le déplacement des polluants. Les lixiviats s'écoulent à partir de la décharge en entraînant une dégradation de la qualité des eaux souterraines. Les analyses effectuées sur des échantillons d'eau prélevée de trois piézomètres montrent des concentrations importantes en chrome, zinc, plomb, confirmant ainsi la forte dégradation des eaux souterraines. Pour connaître le degré de pollution engendrée par cette décharge, les résultats obtenus ont été comparés à ceux d'autres décharges. Il apparaît que la décharge, d'exploitation ancienne, n'est pas encore stabilisée avec une phase acide de dégradation anaérobie en cours. Les analyses bactériologiques effectuées sur les eaux souterraines indiquent une contamination micro biologique.

MOTS CLES : Décharge publique, lixiviat, métaux lourds, microbiologie, eaux souterraines, infiltration

ABSTRACT

The Tiaret town landfill, located at 150 km southwest of Mostaganem (algerian western), lays on marly calcareous formation. This formation is characterized by fissure porosity that facilitates pollution of groundwater reserves. The slope character of the field also favours the movement of pollutants. Lixiviates, penetrating from the landfill towards the aquifer, result in the water quality deterioration. Chemical analyses carried out on water samples, drawn from three piezometers, revealed a large concentration in chromium, zinc and lead, confirming then the high groundwater deterioration. To assess the degree of pollution caused by the considered landfill, a comparison with other similar cases was made. This shows that the landfill, formerly exploited, is not yet stabilized and an acidic phase of anaerobic degradation is still acting. Bacteriological analyses carried out on groundwater indicate a microbiological contamination.

KEYWORDS: Landfill, Lixivate, Heavy metals, Microbiology, Groundwater, Infiltration.

1 INTRODUCTION

La gestion des déchets solides obéit à des normes que l'usager doit respecter sous peine de s'exposer indirectement à la pollution qu'ils engendrent. La pollution des eaux peut être due à l'industrie qui, par le biais des émanations gazeuses ou par les rejets liquides ou solides, contribue à la dégradation de la qualité des eaux. En agriculture, le développement des plantes fait appel aux fertilisants qui accroissent les risques de pollution. Comparativement aux autres sources de pollution, celle

générée par les déchets solides a été pendant longtemps ignorée car ne présentant pas de danger réel. L'accroissement des populations urbaines, et donc l'augmentation de la charge produite, ont montré que les décharges ont un impact négatif sur l'environnement. En Algérie, et au cours de ces dernières années, les pouvoirs publics ont pris en charge la gestion des décharges, particulièrement dans les grandes agglomérations où leur impact sur l'eau et le sol sont devenus préoccupants. Notre travail porte sur la décharge publique de la ville de Tiaret dont les déchets résultent de l'activité humaine, pouvant

causer de multiples atteintes :

- i. à la santé humaine par le dégagement d'odeurs et de gaz toxiques
- ii. aux eaux et au sol par infiltration ou stagnation de lixiviats

Ces interactions entre la décharge et le milieu récepteur accentuent les risques de contamination.

Les pollutions peuvent altérer la qualité des eaux superficielles et souterraines. 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.

2 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA DECHARGE :

La décharge publique de la ville de Tiaret est située à 5 Km au sud du centre ville, dans la localité d'Ain Guesma. Le site abritant la décharge se présente sous la forme d'un terrain à pente faible (< 3%) et s'étend sur une superficie de 10 hectares. Son altitude varie entre 850 m et 900m. La pente favorise le déplacement des eaux de pluie pénétrant dans les déchets, contribuant ainsi à la formation des eaux de lixiviations qui s'infiltrent à travers les sols marno-calcaires fissurés. Le choix de l'implantation de la décharge actuelle obéit aux critères de l'époque qui se résument en l'éloignement du site par rapport à la ville et à son accessibilité par la route.

La décharge est située sur un relief relativement plat avec un paysage varié, présentant des caractéristiques géotechniques adéquates telles que la planéité du terrain et sa stabilité, ainsi qu'un faible risque morpho dynamique (Figures 1 et 2).

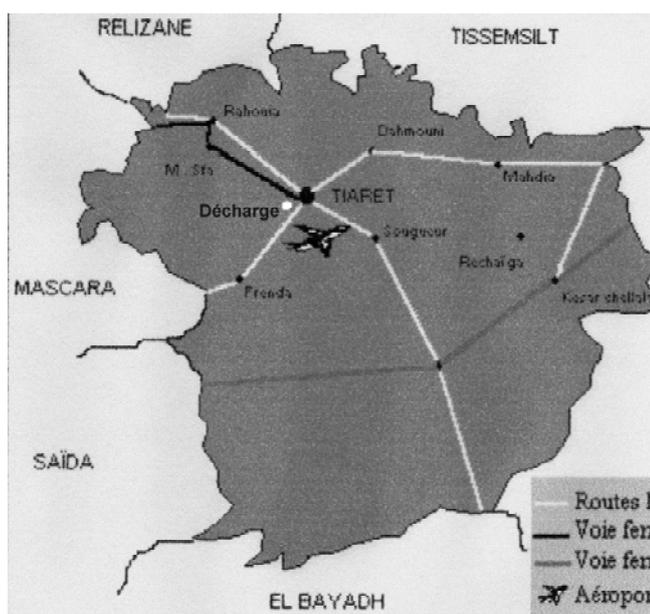


Figure 1 : Situation géographique de la ville de Tiaret et de la décharge étudiée

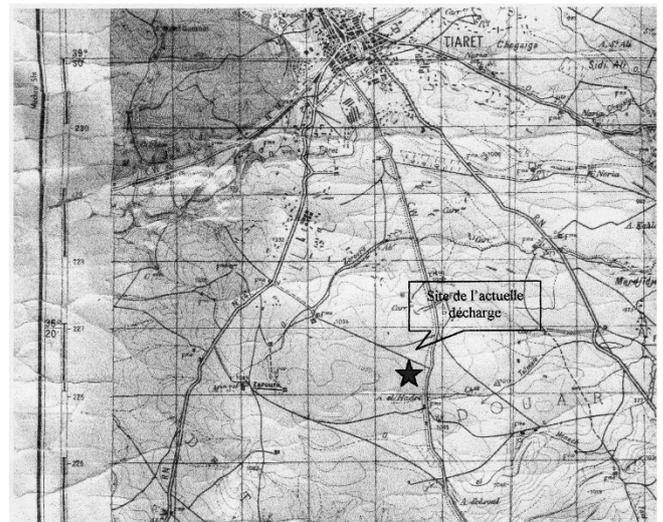


Figure 2 : Emplacement de la décharge étudiée

3 CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Les formations géologiques à l'affleurement (Figure 3) de la zone d'étude sont constituées de marnes avec des intercalations de calcaire et de grès d'âge respectif du Crétacé et du Mio-plio-Quaternaire. Ces formations confèrent au site une faible perméabilité ($k=10^{-7}$ m/s). Cependant, les études hydrogéologiques menées dans la zone d'étude montrent que cette dernière recèle deux horizons aquifères. Le premier est contenu dans les formations continentales du Mio-Plio-Quaternaire alors que le second est situé dans l'ensemble gréseux du Valangino-Albien.

Les précipitations atmosphériques atteignent en moyenne 410,5 mm/an (1990-2000), accentuant la migration verticale des polluants.

4 CARACTERISATION DES DECHETS URBAINS

La ville de Tiaret couvre une superficie de 1800 ha, occupée par 176.000 habitants. L'apport journalier moyen en déchets solides est de l'ordre de 145 tonnes, selon l'enquête effectuée par nos soins en 2002 et en 2006.

Les déchets qui aboutissent à la décharge proviennent de diverses origines. Celles-ci sont rappelées dans le schéma suivant, tandis que la figure 4 donne un aperçu de la nature des rejets aboutissant à la décharge et de leur répartition.

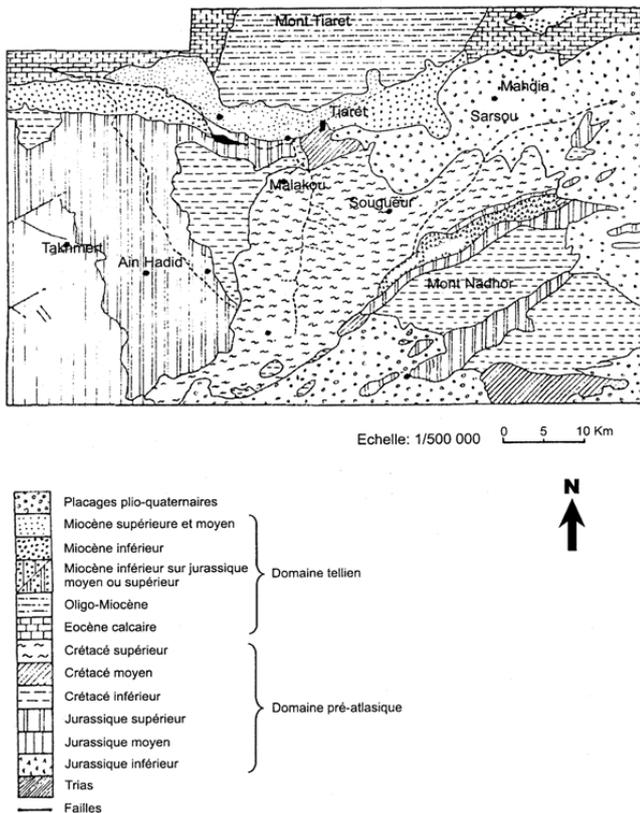


Figure 3 : Cadre géologique de la région de Tiaret

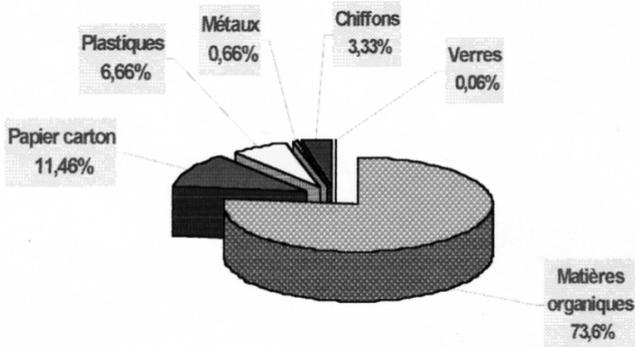
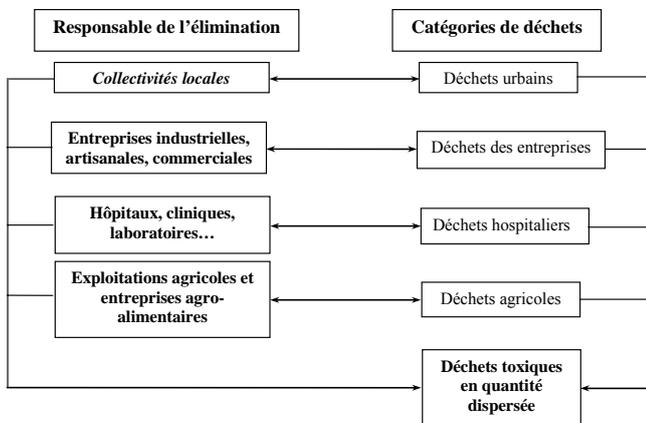


Figure 4 : Composition des déchets de la ville de Tiaret

5 MATERIELS ET METHODES

Pour réaliser la présente étude, une campagne de prélèvements et d'analyses a été effectuée sur les lixiviats de la décharge. Trois puits témoins ont fait office de piézomètres de contrôle (Figure 5). Les prélèvements effectués se rapportent au mois de Mars et ont porté sur les ions majeurs, les métaux lourds, l'azote, les demandes chimiques et biologiques en oxygène (DCO et DBO5), la matière organique et minérale et quelques analyses bactériologiques. Les paramètres physiques tels que la température, la conductivité électrique, le total des sels dissous et le pH ont été mesurés directement in situ à l'aide d'un conductimètre multiparamètres HACH, modèle 443600 et un pH-mètre WTW, pH 522 avec électrode combinée.

5.1 Paramètres chimiques

5.1.1 Matière minérale

i. Les chlorures

Les ions Cl^- sont dosés par une solution titrée de nitrate d'argent ($AgNO_3$, 0,02N) en présence de chromate de potassium.

ii. Les sulfates

En présence de chlorure de baryum ($BaCl_2$), les ions sulfates précipitent sous forme de sulfate de baryum ($BaSO_4$). L'excès de baryum est ensuite dosé par l'EDTA (Ethylène Diamine Tétracétique) en présence du NET, $MgCl_2$, solution tampon et de HCl.

iii. La dureté totale ou titre hydrotimétrique

La dureté totale (TH) est la somme des concentrations calciques et magnésiennes. C'est un dosage par complexométrie à l'aide de l'EDTA, à pH = 10 et en présence du Noir d'Erichrome (AFNOR NTF 90- 003).

iv. Le calcium

Le dosage se fait par complexométrie à l'aide de l'EDTA à pH = 12 et en présence du réactif de Patton.

v. Le magnésium

Les teneurs en Mg^{++} sont calculées par différence des valeurs de la dureté totale et de celle du calcium.

- *Le sodium et le potassium*: les ions Na^+ et K^+ sont déterminés à l'aide d'un spectrophotomètre à flamme.

- *Le titre d'alcalinité (TA) et le titre d'alcalinité complet (TAC)*: le dosage se fait à l'aide d'une solution d'acide sulfurique (0,02N), en présence de phénolphthaléine pour les carbonates et de l'indicateur mixte (rouge de méthyl et le

vert de bromocrésol) pour les bicarbonates.

- *Les nitrates (NO_3^-)* : le dosage calorimétrique se fait à une longueur d'onde de 420 nm.

- *L'azote ammoniacal (NH_4^+)* : l'ion NH_4^+ est déterminé par dosage colorimétrique à une longueur d'onde de 420 nm.

5.1.2 Matière organique :

- *La demande chimique en oxygène (DCO)* est déterminée selon la norme AFNOR NT F 90-101. Le principe consiste à une oxydation de la matière organique oxydable présente dans l'eau, par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et à l'ébullition et en présence de sulfate de mercure (complexation des chlorures). L'excès du dichromate de potassium est ensuite dosé par une solution de sulfate de fer II et d'ammonium (0,025N).

- *La demande biologique en oxygène (DBO_5)* : c'est la quantité d'oxygène (mg/l) consommée pendant 5 jours par des micro-organismes au cours de la dégradation de la matière organique à une température de 20°C et à l'obscurité. Le principe consiste à mettre les échantillons d'eau brute dans des flacons contenant des bactéries et ensuite les placer dans un DBO mètre pendant 5 jours. Les micro-organismes, en dégradant la matière organique présente dans l'eau, consomment l'oxygène et produisent le CO_2 entraînant ainsi une dépression enregistrée par un manomètre.

5.1.3 Les éléments métalliques

Les métaux lourds sont déterminés à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique.

Les trois puits choisis sont proches de la décharge, le tableau 1, récapitule quelques informations concernant la situation des puits par rapport à la décharge.

Tableau 1 : Caractéristiques physiques des trois puits

Puits	Niveau piézométrique	Niveau statique	Prof.	Distance Puits - décharge
Puits 1	39,70m	5,30m	45 m	1200m
Puits 2	7,78m	1,72m	9,5m	1000m
Puits 3	2m	7m	9m	100m

La proximité des puits (fig.5) par rapport à la décharge, fait que ces derniers deviennent très vulnérables à toute forme de pollution. Cette vulnérabilité est accentuée par les écoulements qui se font à partir de la décharge vers les puits témoins étudiés dans le cas présent. En effet, la position de la décharge sur une altitude variant de 900 à 850 mètres facilite les écoulements vers la zone aval où sont situés les puits P1, P2 et P3. Cette tendance se remarque au niveau des concentrations en éléments chimiques obtenues sur ces trois puits.

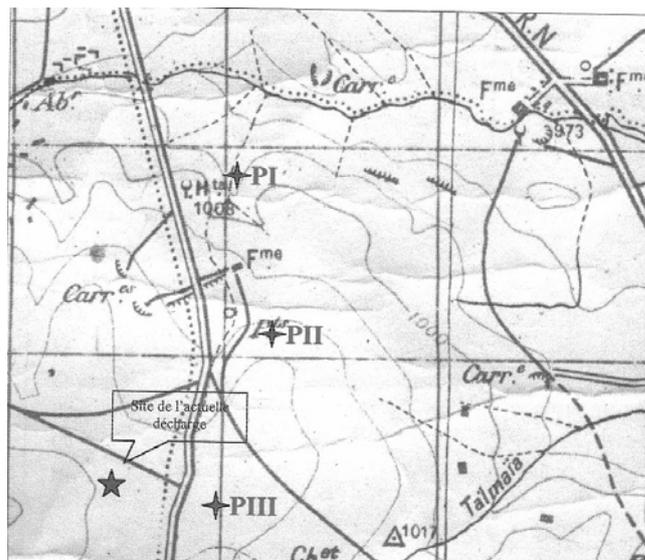


Figure 5 : Localisation des points de prélèvements

5.1.4 Les Lixiviats

Les lixiviats de décharges renferment de nombreux contaminants minéraux souvent très toxiques. Leur composition varie ainsi en fonction de la nature des déchets, l'âge de la décharge, la technique d'exploitation et les conditions climatiques. Les lixiviats proviennent de l'eau du déchet, des précipitations météoriques et des eaux provenant de la nappe phréatique (FARQUHAR, 1989).

La couleur constitue le premier indicateur de pollution, les lixiviats analysés présentent une couleur brunâtre et une odeur fécaloïde indiquant l'influence des déchets sur la qualité des eaux. Les teneurs déterminées après analyses sont très importantes; elles sont supérieures aux normes admises, indiquant une pollution des lixiviats par les métaux lourds.

Tableau 2 : Résultats d'analyses chimiques des lixiviats moyenne du mois de mars 2004.

Paramètres	Lixiviat 1	Lixiviat 2	Lixiviat 3	Normes de rejets algériennes
Pb (mg/l)	0,90	0,92	0,92	1
Cr ⁺⁶ (mg/l)	3,0	3,4	2,3	0,5
Zn (mg/l)	6,1	6,7	5,2	5
Cd (mg/l)	0,5	0,3	0,6	0,2
Ni (mg/l)	6,7	6,7	6,5	5
DBO_5 (mgO ₂ /l)	200	180	135	40
DCO (mgO ₂ /l)	780,0	1230	1136	120

6 DISCUSSIONS DES RESULTATS

Selon PARVEAU (1993) et KEENAN et al. (1983), les lixiviats de décharge sont comparables à des rejets industriels complexes contenant à la fois des substances contaminantes organiques et inorganiques. La demande chimique en oxygène (DCO) mesurée dans les lixiviats (jusqu'à 1230 mg/l) dépasse le seuil acceptable. En effet, elle est supérieure à la norme moyenne algérienne qui est de l'ordre de 120 mg/l. Quant à la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours d'incubation (DBO₅), elle oscille entre 135 et 200 mg/l, alors que la norme est de 40 mg/l. Ceci indique la présence de matière organique consommée par les micro-organismes. La concentration réelle de la DBO₅ est limitée car le milieu est chargé en toxiques métalliques inhibiteurs du développement des bactéries.

Les concentrations des métaux lourds : cadmium, chrome, zinc et nickel, plomb sont au-delà de la norme admissible (tableau 2). Le plomb présente une teneur limite.

Les résultats de la caractérisation physico-chimique des lixiviats bruts de la décharge publique de Tiaret nous a permis de constater une double pollution : une pollution organique traduite par une forte charge de la DCO par exemple pour le lixiviat 2, la DCO est de l'ordre de 1136 mg/l d'O₂ et la DBO₅ est de l'ordre de 200 mg/l d'O₂ pour le lixiviat 1 et une pollution minérale exprimée par une valeur de 3,4 mg/l de chrome, de 6,7 mg/l de nickel et 6,7 mg/l de zinc dans le lixiviat 2. Il est donc indispensable de traiter ce jus de décharge pour éviter tout risque de contamination ultérieure du milieu par drainage de ces lixiviats.

Les métaux lourds dosés ont montré une pollution métallique des lixiviats de la décharge. Les résultats obtenus ont été comparés à ceux obtenus au niveau d'autres décharges (tableau 3).

Tableau 3 : Comparaison des teneurs moyennes en métaux lourds dans des lixiviats de décharges ménagères

Concentration (µg/l)	¹ Décharge d'El Jadida (Maroc)	² Décharge de Rabat (Maroc)	³ Décharge d'Alger	⁴ Décharge d'Etueffont (France)	Décharge de Tiaret
Zinc	747,2	---	700	740	500
Cuivre	157,8	118	450	270	---
Nickel	133,8	133,6	250	210	670
Chrome	156,33	517	500	270	300

1. Hofqi, 2004 ; 2. Amhoud, 1997 ; 3. Kerbach et Belkacemi, 1994 ; 4. Khattabi, 2002.

La composition métallique des lixiviats de la décharge de Tiaret est typique d'une décharge à caractère ménager dominant (tableau 3). En effet, les concentrations des éléments métalliques du percolât étudié sont globalement identiques à celles des lixiviats générés par d'autres

décharges d'ordures ménagères (tableau 3), à l'exception de certains éléments tels que le Nickel (décharge de Tiaret 670 µg/l, décharge de Rabat 133,6 µg/l et la décharge d'Etueffont 210µg/l.

Pour réaliser l'étude physico-chimique des eaux souterraines (Tableau 4), nous avons utilisé trois puits témoins (fig.5). Les résultats obtenus (au mois de mars 2004) sont comparés aux valeurs guides (normes).

Tableau 4 : Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux souterraines

Paramètres	Puits 1	Puits 2	Puits 3	Normes
pH	6,62	6,74	7,28	4,5-9
T (°C)	15	12	12	-
Conductivité (µs/cm)	5402	3755	1071	2500-35000
O ₂ dissous (mg/l)	6,23	6,28	4,49	-
Nitrates (mg/l)	0,2	1,1	4,5	50
NH ₄ (mg/l)	52	80	20	0,5
DBO ₅ (mg/l)	30	20	40	20-57000
DCO (mg/l)	74	32	82	140-152000
MO (mg/l)	2,28	4,56	2,96	-
couleur	6	46	220	-
Turbidité (NTU)	4,03	1,59	19,3	-
Cr (mg/l)	0,01	0,78	0,75	0,02-1,5
Cu (mg/l)	0,03	0,07	0,15	-
Zn (mg/l)	2,016	0,53	2,93	0,03-1,00
Ni (mg/l)	0,56	0,88	0,71	0,05-13
Pb (mg/l)	0,34	0,03	0,26	0,001-5

i. pH

On remarque que les puits P1 et P2 présentent des eaux légèrement plus acides (6,7) par rapport au puits 3 plus éloigné, démontrant l'influence du dégagement de CO₂ de la décharge sur les eaux souterraines.

ii. Température

La température joue un rôle très important dans l'augmentation de l'activité chimique ou bactérienne et de l'évaporation des eaux. En effet, la température de l'eau est un élément essentiel dans le fonctionnement des systèmes aquifères, elle varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau de l'eau par rapport à la surface du sol. La température mesurée oscille entre 12°C et 15°C et restent importantes par rapport aux mois d'observations; elles permettront le développement des micro-organismes.

iii. La conductivité électrique (CE)

Les valeurs consignées dans le tableau 4 montrent que les conductivités électriques (proportionnelle à la minéralisation) varient entre un minimum de 1,1 mS/cm et un maximum de 5,5 mS/cm et que les fortes CE (6 mS/cm environ) sont observables au niveau du puits P1 situé en aval immédiat de la décharge.

iv. Composition bactériologique des eaux souterraines :

Pour déterminer la présence de germes, nous avons utilisé deux méthodes (membrane filtrante et tubes multiples) rendant les résultats plus crédibles. Les résultats obtenus par les deux méthodes (tableaux 5 et 6), montrent que les eaux des puits recèlent des quantités non négligeables de germes pathogènes (coliformes totaux, coliformes fécaux (colibacille), streptocoques fécaux), indiquant ainsi une pollution bactériologique des eaux souterraines.

Le puits 3, situé à l'aval de la décharge, est le plus pollué bactériologiquement car il est le moins atteint par les métaux inhibiteurs du développement des micro-organismes. La pollution observée au niveau du puits P1 résulte du fait que ce puits est situé en zone d'accumulation des déchets et par conséquent proche de la zone de production des lixiviats.

Tableau 5 : Composition bactériologique des eaux souterraines par la méthode de la membrane filtrante

GERMES	Puits 1	Puits 2	Puits 3
Coliformes totaux	Présence>300	Présence>300	Présence>300
Coliformes fécaux	Présence	Présence	Présence
Streptocoques fécaux	Présence	Présence	Présence

Tableau 6 : Composition bactériologique des eaux souterraines par la méthode des tubes multiples

GERMES	Puits 1	Puits 2	Puits 3
Coliformes totaux	11/100 ml	28/100 ml	1100 /100 ml
Coliformes fécaux	11/100ml	3/100 ml	1/100 ml
Streptocoques fécaux	9/100 ml	7/100 ml	1100/100ml

7 CONCLUSION

Ce travail montre un double impact d'une décharge sur la qualité des eaux :

- Un impact direct : par le biais des lixiviats, qui par écoulement entraînent une pollution des eaux de surface

confirmée par les concentrations observées au niveau des trois puits témoins.

- Un impact indirect : les eaux s'écoulent et s'infiltrent par les fissures. La décharge repose sur des formations calcaires fissurées à fortes perméabilités ($k \approx 10^{-5}$ m/s) recouvertes par une couche de sol imperméable de quelques décimètres, causant une pollution en profondeur des eaux souterraines.

Les teneurs obtenues particulièrement en oxygène dissous, NO_3 , ammonium, DBO_5 , DCO, Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, restent supérieures aux normes admises, indiquant l'importance des pollutions organiques et métalliques décrites précédemment. La présence de germes dans les eaux confirme cet état de pollution.

Les résultats obtenus au niveau de la décharge de Tiaret ont été comparés à ceux obtenus au niveau d'autres décharges et ont montré que la composition métallique des lixiviats de la décharge de Tiaret est typique d'une décharge à caractère ménager dominant. Par ailleurs, le calcul du rapport DBO_5/DCO renseigne sur l'étape de fermentation des décharges. Appliqué aux lixiviats observés de la décharge de Tiaret, le rapport DBO_5/DCO donne des valeurs oscillant entre 0,11 et 0,25 indiquant une décharge ancienne mais pas encore stabilisée, correspondant à la phase acide de dégradation anaérobie.

L'âge de la décharge amène aux recommandations suivantes :

- i. Stabilisation du site de la décharge
- ii. Fermeture de la décharge de Tiaret
- iii. Construction de levée de terre et/ou d'une route périphérique pour délimiter le site et protéger les flancs de la décharge
- iv. Mise en place d'un réseau de drainage des lixiviats et d'un système de drainage des eaux de pluie à l'extérieur du site pour minimiser la production de ces percolats
- v. Installation de système de récupération des biogaz pour éviter le risque d'incendie ou d'explosion.
- vi. Projeter la réutilisation du site à d'autres fins

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Amhoud S., (1997). Apports de la géologie et de l'hydrogéologie à l'étude de l'impact de la décharge d'oued Akrech sur les ressources en eau. Ph.D. Thèse. 3ème cycle, Univ. Mohamed V.Rabat. Maroc, 204 p.
- [2] Chofqi A. (2004). Mise en évidence des mécanismes de contamination des eaux souterraines par les lixiviats d'une décharge incontrôlée (El Jadida Maroc): Géologie, hydrogéologie, Géoelectrique, Géochimie et Epidémiologie. Univ-Chouaib Doukkai Fac des sci.El Jadida.

- [3] Faquhar G.J, (1989). Bachate production and characterization.Can.JENG.pp 16,317 ,325
- [4] Keenan J.D and al. (1983). Chemical-physical leachate treatment. Journal of Environmental Engineering, vol.109, N° .6, December, 1983, pp.1371-1384.
- [5] Kerbachi R., Belkacemi M., (1994). Caractérisation et evolution des lixiviats de la décharge de Oued Smar à Alger.T.S.M- L'eau, N°11, p.615-618.
- [6] Khattabi H., (2000).Intérêts de l'étude des paramètres hydrogéologiques et hydrobiologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lixiviats de la décharge d'ordures ménagères d'Eteffont (Belfort, France). Doc.Univ,Univ.Sci. Tech. Env. Franche Comté. Besançon. France, 171p.
- [7] Parveau M. (1993). Le traitement des lixiviats par osmose inverse, L'eau, L'industrie, Les nuisances, N°162, pp.48-50.