

Evaluation de la pollution des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet et proposition d'un traitement.

⁽¹⁾R. Lessoued , ⁽²⁾F. Souahi.

Département de Génie Chimique, École Nationale Polytechnique, Alger.

⁽¹⁾lessoued.ridha@univ-ouargla.dz, ⁽²⁾f.souahi@yahoo.fr

Abstract: This study deals with the treatment of the leachates generated by the landfill site of Ouled Fayet. The leachates generated by these domestic garbage dumps, are of variable compositions. According to the season, pluviometry and type of waste solid, they can have significantly different biologic and chemical properties. The main objective of this study is to analyze the leachates and to evaluate the parameters that characterize the pollution that can adversely affect the water table quality, and to treat these leachates by the Bentonite of Maghnia for various reasons: efficiency, availability, and low cost.

Keywords: Landfill site - Leachate- Bentonite- treatment.

I. INTRODUCTION

Les accroissements démographiques, urbains et économiques sont à l'origine de différentes sources de pollution. La gestion des déchets urbains est actuellement l'un des problèmes majeurs rencontré surtout dans les pays en développement. En Algérie la quantité d'ordures ménagères rejetées est passée de 0,35 kg/hab/j en 1968 à 1 kg/hab/j en 2008, et d'après la Ministère de l'environnement, en Algérie, la production annuelle de déchets pourrait atteindre environ 12,5 Mt en 2025 [1].

L'envergure des problèmes appelant l'urgence des solutions, les centres d'enfouissement technique sont devenues l'unique moyen pour l'élimination des déchets. Ces derniers présentent l'avantage d'éliminer d'importants volumes à des coûts raisonnables. Mais par contre, ils génèrent des flux polluants difficiles à maîtriser dont les lixiviats [2].

Le C.E.T est un écosystème en constante évolution s'occupe de la dégradation des déchets solides et donc la production d'éléments dits dérivés liquides (lixiviat) ou gazeux (biogaz : CH₄ et CO₂ essentiellement) [3].

Notre travail a consisté, tout d'abord, à caractériser les lixiviats par une mesure des paramètres physico-chimiques : Température, pH, conductivité, MES, DCO, DBO₅, PO₄⁻³, NO₃⁻, NO₂⁻. Nous nous sommes, ensuite, intéressés au traitement de ces lixiviats par une argile Algérienne, la Bentonite caractérisée par une surface spécifique de l'ordre de 56,44 m²/g, ce qui explique sa capacité de rétention d'eau [4].

II. Généralités Sur Les Lixiviats

Le lixiviat appelé aussi lessivat ou percolât ou familièrement jus de décharge [5], désigne l'eau qui a percolé à travers les déchets en se chargeant bactériologiquement et chimiquement en substances minérales et organiques [6]. La qualité des lixiviats est difficile à prédire et peut varier considérablement d'un site à un autre et au sein d'un même site [7]. Les mécanismes de

formation des lixiviats, de nature biologique et physico-chimique, sont très complexes. La genèse des lixiviats implique simultanément des processus aérobies et anaérobies [8]- [9].

III. Caractérisation Des Lixiviats

Une campagne de prélèvements de sept échantillons à différentes périodes a été faite, nous avons retenu deux points de prélèvements qui se différencient par l'âge des lixiviats: Le premier P1 se situe à la sortie du système de drainage des lixiviats des casiers 1, 2 et 3, déjà fermés. Le deuxième P2 se trouve sur le casier N°5 (bassin de stockage). Les lixiviats sont récoltés dans des flacons en polyéthylène préalablement rincés avec l'effluent et remplis jusqu'à ce qu'il déborde, puis sont transportés au laboratoire où ils sont conservés au réfrigérateur à 4°C de manière à limiter toute évolution biologique.

Les analyses physico-chimiques effectuées ont été axées sur l'évaluation de la charge organique, de la biodégradabilité, ainsi que sur la recherche d'une éventuelle présence d'éléments toxiques. Les teneurs moyennes des différents paramètres caractérisant les lixiviats ainsi que les valeurs limites de rejet des effluents liquides dans le milieu naturel sont résumées dans le tableau (1). D'après ces valeurs, nous constatons que les lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet sont à l'étape réactionnelle de dégradation anaérobie correspondant à la fin de la phase acidogène et au début de la phase méthanique [10]- [11]. Alors, on peut classer les lixiviats au point P1 comme un lixiviat intermédiaire, alors que celui du point P2 est un lixiviat jeune. Les odeurs désagréables dégagées par les lixiviats avaient une similitude avec celles "des oeufs pourris", plus prononcées pour le lixiviat jeune au point P2 que P1. Ces odeurs sont dues essentiellement :

- A la présence d'ammoniac ;
- Au soufre qui participe de près à l'émanation de ces odeurs due à la formation du gaz H₂S ;
- A la décomposition de la matière organique présente dans l'effluent dont la macération se poursuit (fermentation anaérobie) ;
- A la température qui intensifie aussi ces odeurs ;

IV. Traitement Des Lixiviats

A. Les argiles Bentonitiques

La Bentonite désigne généralement une poudre minérale constituée essentiellement de montmorillonite (80%) ce qui explique sa capacité de rétention d'eau. Elle provient de gisement de Hamam Boughrara (Maghnia). C'est une Bentonite sodique [13]-[14].

Tableau 1 : Teneurs moyennes des différents paramètres caractérisant le lixiviat.

Paramètres	Point de prélèvement P1		Point de prélèvement P2		Normes [12]
	Valeur moyenne	Intervalle de variation	Valeur moyenne	Intervalle de variation	
pH	8,55	8,62 – 8,48	6,19	5,84 – 6,59	6,5 à 8,5
Conductivité (ms/cm)	17,52	7,04 -28	28,43	10,25 – 42,6	-
T (°C)	17,25	17- 17,5	26,8	24 – 31,5	30
DCO (mg/l)	3278	1056 – 5500	84942,17	78000 - 94080	120 à130
DBO ₅ (mg/l)	525	150 – 900	27500	12000 - 48000	35
DBO ₅ /DCO	0,16	0,14 – 0,16	0,31	0,15 – 0,62	-
NO ₃ ⁻ (mg/l)	1195,86	88,02 – 2303,71	737,43	229,4 – 1235,3	-
NO ₂ ⁻ (mg/l)	261,82	9,95 – 513,68	18,07	0,276 – 58,24	-
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	247,40	107,1 – 387,71	130,38	32,63 – 364,11	10
NH ₄ ⁺ (mg/l)	2067,10	1127,97-3006,21	5573,53	713,6 – 19251,2	-
NTK	1067,92	726,32 – 1409,52	3784,62	2066,7 – 11015,22	30
MES (mg/l)	610,75	320,5 – 910	3541,9	1820 – 5119	35
Fe (mg/l)	23.72	14.05-33.4	24.07	10.7-35.5	3
Zn (mg/l)	0.29	0.27-0.32	0.19	0.06-0.29	3

La formule générale pour la demi-maille de montmorillonite est: $[Al_{1,67} Mg_{0,33}(Na_{0,33}) Si_4O_{10}(OH)_2$. La Bentonite fait partie des sorbants qui connaissent actuellement un grand essor dans une gamme variée de problèmes environnementaux [15]- [16]. Le tableau (2) présente quelques caractéristiques de ces Bentonites.

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques des bentonites testées

Echantillon		Bentonite
Surface spécifique (m ² /g)		56,44
pH		10,24
Cation échangeable (méq/100g)	Na ⁺	36,7
	Mg ⁺⁺	46
	Ca ⁺⁺	11
	K ⁺	27
S		120,7
T		122,3

Avec :

S : la quantité totale des cations effectivement retenus. Elle s'exprime en milliéquivalents pour 100 g de produit.

T: Capacité d'échange totale que peut fixer l'argile. Elle s'exprime aussi en milliéquivalents pour 100 g de produit.

Pour les cations divalents, le magnésium est l'élément prépondérant (46 meq/100g) soit quatre fois la quantité de calcium (11 meq/100g). Pour les cations monovalents, l'élément prépondérant est le sodium (36,7 meq/100g). Les éléments échangeables prépondérants dans l'échantillon de bentonite sont donc le Magnésium et le Sodium.

La capacité d'échange total (T) est supérieure à la somme des cations échangeables (S).

La différence (T-S) est de 1,4 meq/100g de produit sec. Cette différence (T-S) peut être due :

- soit à la méthode utilisée (méthode dynamique) ;
- soit aux sels employés dont la dimension des molécules est relativement élevée ;
- soit à la présence probable d'autres cations tels que Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Mn⁺⁺, ...

Le pH = 10,24 montre une basicité de la Bentonite qui serait due aux sels solubles basiques notamment des carbonates, bicarbonates alcalins ou les silicates, qui rentrent généralement dans la composition des Bentonites [16]. Les résultats obtenus pour la composition chimique de la bentonite brute, sont donnés par le tableau (3).

Le rapport SiO₂/Al₂O₃ de la bentonite égale à 3.8 peut être expliqué par la grande teneur en SiO₂ (silice libre). La montmorillonite dont la structure correspond à deux couches siliceuses pour une couche alumineuse (argiles dites 2:1), a par ailleurs une teneur en silice très importante (supérieure à 50%) [17].

La teneur en K₂O, Na₂O et MgO est très élevée. Le magnésium, sodium, et le calcium pouvant faire partie respectivement de la structure et de l'espace inter-foliaire de la montmorillonite. Cette teneur très élevée, suggérerait aussi la présence de dolomite, MgCa(CO₃)₂ [18].

Tableau 3 : Analyses chimiques de la Bentonite

Echantillon	Perte au feu (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	TiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Bentonite	6,06	65.09	17.10	0.52	2.82	0.12	2.53	2.56	0.06	0.36	2.68

B. Mise En Contact Avec Bentonite

Les expériences ont été réalisées en suspension agitée, dans un réacteur contenant une concentration donnée de Bentonite sèche. Cette solution est agitée à l'aide d'un agitateur à hélice. La Bentonite utilisée a été d'abord séchée à l'étuve à 105°-110°C pendant 2 heures. Nous avons suivi les cinétiques d'adsorption (de 1mn à 5h) pour un rapport (Bentonite/lixiviat) de 0,02 g/l et avec différentes vitesses d'agitation. nous avons séparé le surnageant de la boue décantée et procédé à l'analyse de la DCO, NO₂⁻ et le pH. Les figures (1), (2) et (3) représentent l'évolution de ces paramètres en fonction de temps (mn).

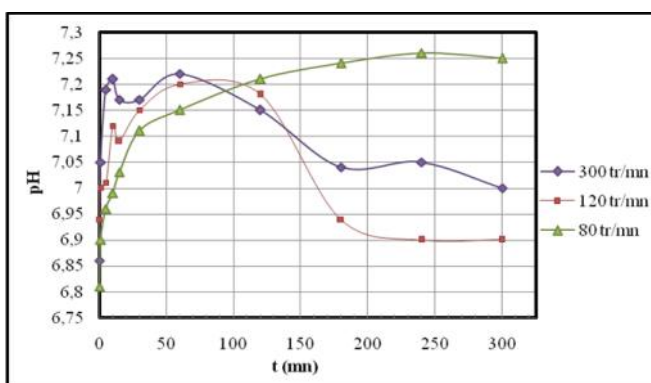


Figure 1: Evolution du pH en fonction de temps

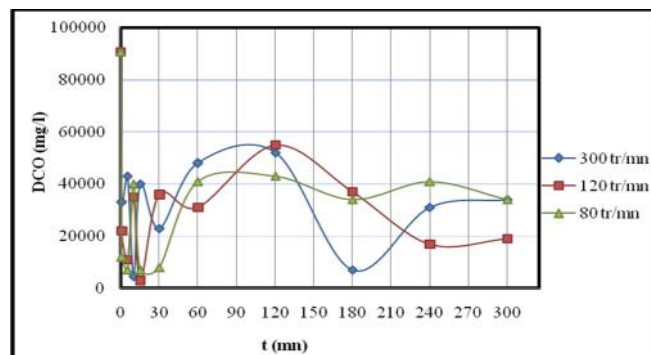


Figure 2: Evolution du DCO en fonction de temps

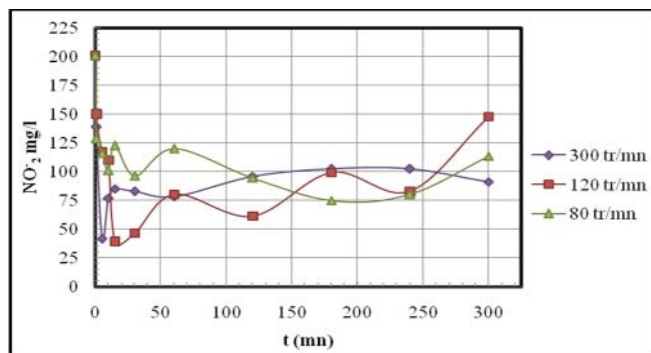


Figure 3: Evolution du NO₂ en fonction de temps

C. Observations et Interprétations

Dans nos expériences, nous avons observé :

Un rendement maximal d'élimination de l'ordre de 97% pour une DCO initiale de 90720 mg/l a été obtenu (pour un temps de 15 minutes et une vitesse de 120 tr/mn), cette diminution confirme que la dégradation de la matière organique est reliée à la vitesse d'agitation et la masse de Bentonite utilisée.

Avec la même vitesse et minute, un taux d'élimination maximal de l'ordre de 80% pour une teneur initiale de NO₂⁻ de 200,8 mg/l, est obtenu parmi les trois expériences. L'augmentation du rendement d'élimination des NO₂⁻ peut être reliée à l'adsorption des anions nitrites et phosphates sur des sites provenant des groupements situés sur les bords des feuillettes (MgOH, AlOH) dans la bentonite, bien que celle-ci une fois introduite dans l'eau possède une charge négative [18]. D'autre part, un anion peut être adsorbé sur une surface neutre ou négative [19]. Ceci peut être expliqué par l'affinité des anions pour les ions métalliques à la surface de l'adsorbant tel que Ca²⁺, Mg²⁺... Cousin [20] affirme que la seule possibilité d'échange d'anions en utilisant les argiles serait le remplacement dans la structure de l'argile des ions hydroxyles par d'autres anions. Les bentonites séchées ont permis d'obtenir de meilleurs rendements du fait que le séchage a amélioré les propriétés sorptionnelles de la bentonite.

L'évolution du pH en fonction du temps dans les trois expériences montre une légère augmentation entre 6,8 et 7,3, cela est dû à une basification du milieu, sachant que le pH de notre Bentonite est de l'ordre de 10,24 dû à une forte teneur en sels d'alcalins et alcalino-terreux [19], cela pourrait être aussi justifiés par le fait que les Bentonites au cours du processus d'hydratation libèrent des ions OH⁻. Il en résulte une augmentation du pH de la solution [21], ce qui rend d'une part le pH du milieu toujours dans la norme et favorise l'absorption des ions et l'échange cationique d'autre part.

Nous avons constaté aussi que la couleur de lixiviat, traité pour les expériences précédente avec différentes vitesses, passe de noir au marron clair pour les trois, d'où on observe presque la même couleur. Cette légère dégradation est peut être due à la composition complexe de lixiviat qui constitue de plusieurs ions, la chose qui rend l'élimination d'ions responsable à la couleur avec cette quantité de Bentonite (20 g/l) insuffisant pour clarifier cet effluent.

V. Conclusion

Les résultats obtenus sont très encourageants car ils montrent des rendements très importants, mais l'efficacité du traitement par la Bentonite varie selon le contaminant et la composition des lixiviats, c'est pourquoi un traitement unique, quel qu'il soit reste insuffisant, et car les valeurs

moyennes trouvées dépassent celles indiquées dans la norme Algérienne .On peut donc dire que les lixiviats de la décharge peuvent causer des nuisances pour la santé humaine et pour l'environnement de la région d'Ouled Fayet.

L'étude d'un traitement d'appoint tel que l'adsorption par le charbon actif et/ou par la chaux ou encore une ozonation pourrait compléter l'opération comme traitement de finition pour rendre nos lixiviats satisfaisant aux normes d'admission dans un milieu récepteur.

REFERENCES

- [1] M.A.T.E (Rapport 2008), Agence Nationale de Déchets (AND), DAR DOUNIA, Algérie.
- [2] Régent A. (2004). Déchets et pollution ; impact sur l'environnement et la santé, Ed Dunod, Paris, pp. 104-105.
- [3] Martin P. A. (2006), Expertises des centres d'enfouissement techniques de déchets urbains dans les PED : contributions a l'élaboration d'un guide méthodologique et a sa validation expérimentale sur sites, Thèse de doctorat, université de limoges.
- [4] BENKORICHI Z., MESBAHI A., (2008), Caractérisation de la Bentonite et Essai de fixation du cation Ni⁺⁺, PFE, E.N.P- Alger, Algérie.
- [5] BERTHE C. (2006), Étude de la matière organique contenue dans des lixiviats issus de différentes filières de traitement des déchets ménagers et assimilés, Thèse de doctorat, Université de LIMOGES.
- [6] YVES MAYSTER L. et al. (1994), Déchets Urbains Nature et Caractérisation, Presses Polytechnique et Universitaire Romandes, 1ère Ed, Lausanne.
- [7] MAMMERI F. (2008), Caractérisation des lixiviats de la décharge d'OULED FAYET et proposition d'un traitement, PFE, École Nationale Polytechnique-Algérie.
- [8] KHATTABI H., (2002), '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'Etueffont, Belfort', Thèse de doctorat, Institut des Sciences de l'Environnement, France.
- [9] RECORD (2002), Aide à la définition des déchets dits biodégradables, fermentescibles, méthanisables, N°00-0118/1A, pp 153, INSA de LYON.
- [10] MOLETTA R., CANSELL F. (2003), association RECORD, méthanisation des déchets organiques, Etude bibliographique, p 194, n°01-0408/1A, LYON.
- [11] Thonart P. et Diabaté S. I. (2005), Guide Pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissement technique dans les pays du sud, Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF), Canada.
- [12] Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire, (2006), N°26, Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides.
- [13] BELKACEMI M. (1993), Contribution à l'étude des interactions dans le système déchets SOL-EAU (Cas de la décharge d'Oued Smar), Thèse de magister, ENP, Département Environnement.
- [14] Office National d'Assainissement (ONA). (2007), Rapport : Paramètre, Méthodes et Normes d'Analyse, Braki, Alger.
- [15] BENCHABANE A. (2006), Etude du comportement rhéologique de mélanges argiles - polymères. Effets de l'ajout de polymères, Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg I, Mécanique des fluides.
- [16] MOHELLEBI F. (2001), Analyse et régénération des huiles usagées, Thèse de Doctorat, Département Génie Chimique, ENSP, Alger.
- [17] Azzouz F. Z. (2006), contribution à l'étude de la stabilisation chimique de quelques argiles gonflantes de la région de Tlemcen, mémoire de magister, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen-Algérie.
- [18] MOHELLEBI F. (1983), Contribution à l'étude de la bentonite de Mostaganem et échange des cations Ca²⁺ et Mg²⁺, Thèse de Magister, E.N.P- Alger, Algérie.
- [19] DEGREMONT (1989), Mémento technique de l'eau, Ed. Degremont, Paris.
- [20] COUSIN S. (1980), Contribution à l'amélioration de la qualité des eaux destinées à l'alimentation humaine par utilisation d'argiles au cours des

traitements de floculation décantation, Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Université Paris V, France.

[21] Davies. J., Binner. J. G. P. (2000), The role of ammonium polyacrylate in dispersing concentrated alumina suspensions, J. Eur. Ceram. Soc., Vol. 20, pp. 1539-1553.