

 <p>ISSN NO. 2320-5407</p>	<p>Journal Homepage: - www.journalijar.com</p> <p>INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)</p> <p>Article DOI: 10.21474/IJAR01/3174 DOI URL: http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/3174</p>	 <p>INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR) ISSN 2320-5407</p> <p>Journal homepage: http://www.journalijar.com Journal DOI: 10.21474/IJAR01</p>
---	---	---

RESEARCH ARTICLE

PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SEWAGE SLUDGE FROM SETTAT CITY'S TREATMENT PLANT DOMESTIC WASTE WATER (MOROCCO).

Marouane Azzouzi¹, Khadija Dari², Souad Maataoui Belabbes¹, Yahya Koulali¹ and et Said Hilali^{1*}

1. Laboratoire Eco-Conception, Energie, Environnement et Innovation.
2. Laboratoire Agroalimentaire et Sante.
Faculté des Sciences et Techniques. Université Hassan Premier, Settat – Maroc.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 15 December 2016
Final Accepted: 09 January 2017
Published: February 2017

Key words:-

Sewage sludge, physicochemical, microbiological, characterization

Abstract

For the purpose of technological valorisation of sewage sludge resulting from the treatment plant domestic waste water from Settat city (Morocco), a Physicochemical and microbiological characterization was carried out.

The results obtained showed up that sewage sludge collected from the first sample are full in fertilizers. Metallic traces elements are clearly inferior to european standards.

Micro-organism composition of the sewage sludge is similar as the waste water treated by the station.

Composition of this sewage sludge suggest there valorisation by composting or direct manuring.

Copy Right, IJAR, 2017., All rights reserved.

Introduction:

Les développements démographique et économique du Maroc se sont accompagnés d'une augmentation de la demande en eau pour la consommation humaine et les activités industrielles et agricoles. Ceci génère des quantités d'eaux usées de plus en plus grandes qui étaient déversées directement dans la nature, sans aucun traitement. Cependant et suite aux sécheresses successives qui sévissent et qui ont rendu l'eau une denrée précieuse, le Maroc a considéré que les eaux usées constitueraient une ressource hydrique mobilisable, après épuration. En effet, le volume des eaux usées rejetées qui était de 600 millions de mètres cube en 2005, devrait atteindre 900 millions de mètres cube à l'horizon 2020 [1].

Les eaux usées ainsi épurées sont actuellement réutilisées en agriculture, pour l'irrigation des espaces verts ou pour le lavage de la matière première en industrie minière [2].

Cependant, le traitement des eaux usées s'accompagne d'une production de grande quantité de boues dont les débouchés pour leur élimination sont de plus en plus restreints. Le devenir des boues est donc un problème préoccupant, étant donnée qu'elles sont considérées comme déchets à risques, vues leurs compositions physico-chimique et microbiologique [3]. Il est à noter que l'élimination et le traitement des boues résiduelles représente l'un des plus grands problèmes auxquels sont confrontés les gestionnaires des stations d'épuration [4]. C'est pourquoi, elles doivent subir des procédés de gestion à fin de limiter leurs nocivités, par traitement, recyclage et valorisation [5,6].

Corresponding Author:- Said hilali.

Address:- Laboratoire Eco-Conception, Energie, Environnement et Innovation.
Faculté des Sciences et Techniques. Université Hassan Premier, Settat – Maroc

Plusieurs possibilités sont offertes pour la gestion des boues telles que l'incinération, l'épandage ou la mise en décharge contrôlée. Cependant, le choix est tributaire de la nature des boues, du coût de mise en œuvre, de la valeur ajoutée du produit qui en résulte et de l'impact que pourrait avoir la filière retenue sur l'environnement.

C'est dans ce cadre que cette étude a été réalisée dont le but est la caractérisation physico-chimique et microbiologique des boues issues de la première collecte de la station d'épuration des eaux usées domestiques de la ville de Settat. Ceci est dans l'objectif d'une valorisation future de ces boues en vue d'une production de produit de haute valeur ajoutée et minimisant les risques de pollution.

Matériel et Méthodes:

Présentation de la ville de Settat et sa station d'épuration:-

La ville de Settat est située dans la région de la Chaouia (centre du Maroc) à 290 m d'altitude.

Le climat est de type continental et la température moyenne est de 17.3 °C. La pluviométrie annuelle moyenne est de 372 mm. En 2014, la ville de Settat comprenait 141 637 habitants.

La station d'épuration des eaux usées de la ville Settat a été mise en service en 2006. Elle est gérée par la régie autonome de distribution de l'eau et de l'électricité de la Chaouia. Le système de traitement est le lagunage naturel avec trois niveaux de traitement (bassins anaérobie, facultatif et de maturation). La capacité de traitement de 13 500 mètres cube par jour, soit l'équivalent de 6100 Kg DBO₅ par jour. Le niveau de traitement est tertiaire. Les eaux épurées sont exploitées par une association d'agriculteurs de la région, en partenariat avec l'agence du bassin hydrique de Bouregreg et de la Chaouia et les délégations des ministères de l'agriculture de la santé publique.

L'opération de curage des boues a été effectuée pour la première fois, au mois d'avril 2016, par la société M-Terratube par le procédé géotube (sac constitué d'une membrane de polypropylène unique, spécialement conçue pour laisser passer l'eau et retenir les solides). Après pompage et injection de coagulant suivi d'une filtration, les boues ainsi obtenues ont été séchées puis stockées pour atteindre une siccité minimale de 33%. Le volume de boues ainsi extrait était d'environ 25 000 mètres cube.

Echantillonnage:

Les analyses ont été effectuées sur un échantillon composite de 10 kg. Des carottages ont été effectués au niveau de plusieurs ouvertures des sacs. Chaque mesure est effectuée en triple et les résultats sont exprimés en pourcentage par rapport à la matière sèche.

Analyses physico-chimiques:

Mesure du pH:

Le pH est mesuré à partir d'une solution de boues diluée au 1/5, à température ambiante à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné.

Taux d'humidité:

Le taux d'humidité est déterminé sur un échantillon de boues, après séchage dans une étuve à 105°C pendant 48 heures [7].

Dosage de l'Azote total:

L'azote total a été déterminé par la méthode Kjeldahl après minéralisation, distillation et dosage de l'ammonium [8].

Dosage de carbone organique total:

Le taux de matière organique est déterminé après calcination et combustion totale de la matière organique. Le pourcentage du carbone organique total est alors déduit [9].

Dosage du phosphore:

Le dosage du phosphore total a été réalisé par colorimétrie après minéralisation à chaud en milieu acide [10].

Dosage des éléments traces métalliques:

Après calcination et dessiccation acide. La détermination des métaux étudiés a été réalisée par spectrophotométrie d'absorption atomique [11].

Dosage de l'azote ammoniacal:

L'ammonium est dosé par distillation en milieu alcalin. L'ammonium se transforme en ammoniac qui est récupéré de l'acide borique puis dosé par l'acide sulfurique en présence d'indicateur coloré.

Dosage de l'azote nitrique:

L'azote nitrique est dosé en présence de soude et d'alliage de Devarda, après distillation et titration avec l'acide sulfurique.

Analyses microbiologiques:

La recherche des coliformes totaux est effectuée sur une gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre et incubation à 30°C pendant 24 heures. Les coliformes totaux se colorent en rouge violacée.

La recherche d'*Escherichia Coli* se fait sur une gélose tergitol 7 au TTC (Triphenyl Tetrazolium Chloride) et incubation à 44°C pendant 24 heures. *Escherichia coli* donne des colonies de couleur jaune d'œuf résultant de l'absence de réduction du TTC et par la formation d'un halo jaune visible, dû à la fermentation du lactose. La confirmation se fait par le test à l'oxydase et le test d'indole.

La recherche des *Entérocoques* intestinaux a été effectuée sur une gélose Slanetz Bartley et incubation à 36°C pendant 48 heures. Les colonies des *Entérocoques* intestinaux se colorent en rouge suite à la réduction du TTC. Pour confirmation, on transfère sur milieu BEA (gélose Bile Esculine Azide). Après 2 heures d'incubation à 44°C, on note l'apparition d'un halo noir dû à la réduction de l'esculine en présence de la bile.

La recherche des *staphylocoques* pathogènes (*Staphylococcus aureus*) est effectuée sur le milieu de Baird Parker au quel on ajoute du jaune d'œuf et du tellurite de potassium et incubation à 37°C pendant 48 heures. Les colonies caractéristiques sont les colonies noires entourées par halo clair. L'identification de *Staphylococcus aureus* est effectuée par le test à la coagulase.

La recherche des Salmonelles est effectuée après enrichissement dans de l'eau peptonnée à 37°C pendant 24 heures, puis sur milieux Rappaport Vassiliadis et Müller- Koffmann suivi d'une incubation à 41°C et 37°C pendant 24 heures. L'isolement se fait sur milieu sélectif (EKM Edel et Kampelmacher et Hektoen).

Résultats et Discussion:

Le volume des boues résiduaires de la station d'épuration des eaux usées domestiques de la ville de Settat, produite par curage, est de 25 000 mètres cube. Cette opération de curage, qui devrait être effectuée initialement en 2011, n'a eu lieu qu'en avril 2016.

Les boues ainsi obtenues ont été mises en sacs et stockées aux bords des bassins, en attendant leur évacuation. Actuellement, il n'existe aucune loi au Maroc qui encadre directement la gestion des boues des stations d'épuration. Considérées comme déchets et sur la base de cette définition (loi 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination), la valorisation des boues reste alors la seule issue écologique. C'est pourquoi nous sommes intéressés à la caractérisation physico-chimique et microbiologique de ces boues à fin de choisir la meilleure filière de valorisation.

Le tableau I regroupe l'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques obtenues.

Tableau I : Composition physico-chimique des boues de la station d'épuration des eaux domestiques de la ville de Settat. (Les résultats sont exprimés en % par rapport à la matière sèche).

Détermination	Résultats
pH (extrait 1/5)	7,01
Matière sèche	28,7
Humidité	71,3
Matière organique	25,4
Carbone organique	14,7
Azote total	2,11
Phosphore total	0,93

L'analyse des résultats obtenus montre que les boues analysées sont sèches. En effet, leur teneur en eau ne dépasse guère 72%. Ceci est dû au procédé de séchage et de stockage comme exigé par le cahier de charge établi entre le gestionnaire de la station et la société ayant procédé à l'extraction des boues et qui garantit une siccité minimale de 33%.

Les boues analysées sont neutres (pH égal à 7,01) par comparaison à celle issues de la station d'épuration de la ville de Marrakech qui sont alcalines avec un pH de l'ordre de 8,3 [12]. Cette différence est sûrement due à la qualité des eaux usées traitées et à la nature du sol sur lequel a été établie la station d'épuration.

Les boues de la station d'épuration de la ville de Settat sont très riches en matières organiques, qui représentent plus du quart de la matière sèche totale. Le carbone organique représente 14,7%, l'azote total 2,11% et le phosphore total 0,93%. La teneur en azote ammoniacal était de 297 mg par kg de matière sèche et celle des nitrites était de 69 mg par kg de matière sèche. Le rapport C/N est de 6,97. Ce même rapport est égal à 20,8 pour les boues issues de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Marrakech [12]. Ces boues se caractérisent par des teneurs en carbone organique et azote total de 31,2% et 1,5% respectivement. Le taux d'humidité est relativement élevé (46,46%).

Les boues de la station d'épuration de Choutrana (banlieue nord de la ville de Tunis) se caractérisent par une teneur plus élevée en carbone organique (29,01%) et une teneur plus faible en azote (1,47%), ce qui donne un rapport C/N de 19,73 [13].

L'analyse des éléments métalliques présents dans les boues issues de la station d'épuration de la ville de Settat a donné les résultats qui figurent sur le tableau II :

Tableau II:- Composition métallique des boues de la station d'épuration des eaux domestiques de la ville de Settat. (Les résultats sont exprimés en % par rapport à la matière sèche).

Détermination	Résultats
Conductivité	3,98 mS/cm
Chlorures	0,15
Calcium	9,64
Magnésium	4,17
Sodium	0,36
Potassium	0,28

Comparée à la composition physico-chimique moyenne des boues au Maroc [14], on remarque que les boues analysées se caractérisent par des teneurs élevées en magnésium (4,17 au lieu de 1,26), calcium (9,64 au lieu de 6,76). Par contre la teneur en potassium est identique (0,28). Ces différences trouvent, en partie, leur explication dans la composition des eaux traitées et leurs origines. En effet, les eaux de la ville de Settat, issues de la nappe phréatique de la région sont réputées avoir une dureté et une salinité très élevées [15-18].

L'analyse de la composition en éléments traces métalliques présents les boues issues de la station d'épuration de la ville de Settat a donné les résultats qui figurent sur le tableau III.

Tableau III:- Composition en éléments traces métalliques des boues de la station d'épuration des eaux domestiques de la ville de Settat. (Les résultats sont exprimés en mg/kg de matière sèche).

Eléments	Résultats
Manganèse	99,4
Cuivre	42,6
Zinc	34,2
Bore	13,2
Molybdène	8,30
Chrome	7,65
Cadmium	5,80
Nikel	4,91

Cobalt	4,10
Mercure	4,00
Sélénium	3,50
Arsenic	3,10
Plomb	2,61

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en éléments traces métalliques sont très faibles et nettement inférieures aux valeurs limites tolérées par certains pays européens comme la France ou l'Allemagne [19-21]. Ceci est, en effet, dû à l'absence de rejets industriels étant donné que la zone industrielle de la ville de Settat n'est pas raccordée au réseau d'assainissement urbain. Par contre, dans le cas de la ville de Marrakech, certains éléments traces comme le chrome est présent dans les boues à des concentrations qui dépassent deux fois les limites tolérées. Ceci est à cause des rejets de certaines unités industrielles de la ville de Marrakech [12].

À part l'origine industrielle, les causes de la présence des métaux dans les boues sont variées et spécifiques à chaque métal. Il s'agit généralement des eaux de ruissellements des voies de circulation, des canalisations ou des produits d'usages domestiques.

L'analyse microbiologique des boues issues de la station d'épuration de la ville de Settat a donné les résultats qui figurent sur le tableau IV.

Tableau IV:- Analyses microbiologiques des boues résiduelles de la station d'épuration des eaux usées domestiques de la ville de Settat

Coliformes totaux	1,1 x 10 ⁻³ UFC/g
Escherichia coli	6 x 10 ⁻³ UFC/g
Entérocoques intestinaux	2,2 x 10 ⁻² UFC/g
Staphylocoques pathogènes	6 UFC/g
Recherche de Salmonelles	Absence (UFC/25g)

La composition microbiologique des boues reflète celle des eaux usées traitées par la station d'épuration. Ces germes sont normalement présents dans les matières fécales rejetées dans les réseaux d'assainissement des eaux usées et donc inévitablement présents dans les boues brutes.

Conclusion:

La richesse des boues issues de la station d'épuration des eaux domestiques de la ville de Settat en éléments fertilisants et les faibles teneurs en éléments toxiques leur confèrent un intérêt agronomique certain pour les sols et les plantes par épandage direct ou après compostage avec un co-substrat végétal. Cependant la réutilisation éventuelle de ces boues doit tenir compte des besoins nutritionnels des plantes sans toutefois compromettre la qualité des sols ni celle des eaux superficielles et souterraines. C'est pourquoi il est nécessaire de maîtriser les risques éventuels liés aux micro-organismes et aux métaux par des limitations d'usage telles que les distances à respecter vis à vis des habitations, des points d'eau, des cours d'eau et les délais à respecter avant l'installation de cultures maraîchères ou avant la mise au pâturage des animaux. Ceci doit se faire dans un cadre juridique et réglementaire. À l'échelle internationale plusieurs normes existent, au Maroc un projet de loi relatif à la protection environnementale du sol est en cours d'élaboration.

Remerciements:

Ces travaux de recherche ont bénéficié du soutien financier du ministre de l'environnement du royaume du Maroc, dans le cadre du projet « boueset ». Nous tenons à le remercier vivement. Nos vifs remerciements vont également à tous les partenaires du projet, à savoir la régie autonome de distribution d'eau et d'électricité de la Chaouia, l'institut national de la recherche agronomique de Settat, la direction des eaux et forêts et de la conservation des sols de Settat, la délégation du ministère de l'environnement de Settat et la société Orobrique à Berchid.

References Bibliographiques:

1. Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole, Maroc (2002).
2. Hamdani I. (2009) Réutilisation des eaux usées épurées au Maroc : expériences, bilan & perspectives. Département de l'Eau. Secrétariat d'état charge de l'eau et de l'environnement.
3. Barideau L. (1986) Les boues d'épuration : menaces pour l'environnement ou matière première pour l'agriculture. Bull. Rech. Agro. 369-382.
4. Grenier Y. (1989) La Valorisation des boues d'usine d'épuration des boues des eaux pour la fertilisation des forêts. Thèse Ingénieur, Rech. Forest. Canada.
5. Juste C. (1979) Valorisation agricole des boues issues du traitement des eaux urbaines. Trib. Cebedeau. 432 : 461-467.
6. Vellaud J. P. (1981) La valorisation agricole des boues de stations d'épuration. Tech. Eau Assain. 411 : 27-36.
7. AFNOR (2000) Amendements du sol et support de culture. Préparation des échantillons pour les essais physiques et chimiques, détermination de la teneur en matière sèche, du taux d'humidité et de la masse volumique compactée en laboratoire. Association Française de Normalisation, NF EN 13040.
8. Bremner J. M. (1965) Total nitrogen method of soil analysis. Am. Soc. Agron. Madison Wisc. USA. Agronomy 9: 1149-1176.
9. Walkley A et Black A. (1934) An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci., 37: 29-38.
10. Laurent J. Y. et Brossard M. (1991) Étude comparée de la détermination du phosphore total de sols tropicaux. Cah. Orstom, Sér. Pédol., Vol. XXVI N° 3 : 281-285.
11. AFNOR (1993) Sols-Sédiments-Boues de stations d'épuration, mise en solution des éléments métalliques traces (Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn) par attaques acides. Association Française de Normalisation, NF X 31-15
12. El Fels I. (2014) Suivi physico-chimique, microbiologique et écotoxicologique du compostage de boues de step mélangées a des déchets de palmier: validation de nouveaux indices de maturité. Thèse de doctorat de l'université de Toulouse.
13. Bahri H. et Annabi M. (2011) Effet des boues urbaines sur la mouillabilité et la stabilité culturale d'un sol cultivé. Etude et gestion des sols. 18 : 1 : 7-15
14. Projet MOROCOMP: LIFE TCY05/MA000141 (2006): Design and Application of an Innovative Composting Unit for the Effective Treatment of Sludge and other Biodegradable Organic Waste in Morocco. Faculté des Sciences, Université Chouaib Doukkali, El Jadida
15. Hassoun E., Bouzidi A., Koulali Y. et Hadarbach D. (2006) Effets des rejets liquides domestiques et industriels sur la qualité des eaux souterraines au nord de la ville de Settat (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, N°28 : 61-71.
16. El Asslouj J., Kholtei S., El Amrani N. et Hilali A. (2007) Analyse de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la communauté des Mzamza, au voisinage des eaux usées. Afrique Science 03(1) : 109 – 122.
17. Beraud J., Cadillon M., Chibani A., Lacassin J.C., Moulay R'Chid M. et Zahry M. (2009) Elaboration d'un scénario optimal pour la mise en place d'un périmètre irrigué de réutilisation des eaux usées épurées à Settat (Maroc). Symposium international AGDUMAD. Gestion intégrée es ressources en eau et en sol et durabilité des systèmes de cultures en zone méditerranéenne. IAV Hassan II, Rabat. Maroc.
18. Hajjami K., Ennaji M. M, Fouad S., Bennani M. et Cohen N. (2013) Performances épuratoires physicochimiques de la station d'épuration de Settat (Maroc). European Journal of Scientific Research. Volume 116 No 3: 318-326.
19. Langenkamp H. P. Part P. (2001) Organic contaminants in sewage sludge for agricultural use. European Commission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability. Soil and Waste Unit.
20. http://ec.europa.eu/environment/archives/waste/sludge/pdf/organics_in_sludge.pdf
21. Jardé E. (2002) Composition organique de boues résiduelles de stations d'épuration lorraines : caractérisation moléculaire et effets de la biodégradation. Thèse de Doctorat. Université Henri Poincaré, Nancy I.
22. Leschber, R. (1992) Organohalogen compounds in sewage sludges and their determination as cumulative parameters. In: Effects of Organic Contaminants in Sewage Sludge on Soil Fertility, Plants and Animals. Ed. by S. D. Hall J. E., L'Hermitte P. L, editors.