

Traitement par le procédé SBR (Sequencing Batch Reactor) des lixiviats de la décharge publique non contrôlée de la ville de Taza (Maroc)

[Treatment by the process sequencing batch reactor (SBR) of leachates from the uncontrolled public landfill in the city of Taza (Morocco)]

Abdelouahab Zalaghi¹, Fatima Lamchouri¹, Mohammed Merzouki², and Hamid TOUFIK¹

¹Laboratoire Matériaux, Substances Naturelles, Environnement et Modélisation (LMSNEM), Faculté Polydisciplinaire de Taza, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fès, Maroc

²Laboratoire de Biotechnologie, Faculté des Sciences Dhar El Mahraz de Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fès, Maroc

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Today, the enormous difficulties encountered by certain national discharges have been repeated, including unexpected "behaviors", Very different from what had been planned and designed were observed for uncontrolled landfills: leachate production under or over appraisal, inefficient drainage or compaction ...; which highlights a lack of specific scientific knowledge and appropriate to dumps, especially in the leachate treatment, who in many cases end up in waterways or groundwater.

For these reasons, leachate treatment of uncontrolled dump in the city of Taza has become a major environmental challenge threaten public health of this city. These untreated leachate directly contaminating the waters of the Oued Larbaâ which delimits this discharge and who are widely used in the irrigation of vegetable crops.

The SBR process model studied and appropriate for the case of the Taza landfill aims to obtain a sufficient abatement of the pollutant load of the leachate in order to meet the Moroccan norms of indirect discharges. The results obtained are very satisfactory, with a net reduction of all studied pollution indicators.

KEYWORDS: Organic load, Processing Leachate, Pollution, SBR.

RÉSUMÉ: Aujourd'hui, les énormes difficultés que rencontrent certaines décharges nationales se sont répétées, notamment des «comportements» inattendues, très différents de ce qui avait été prévu et conçu ont été observés pour les décharges non contrôlées : production sous ou sur évaluée de lixiviats, inefficacité du drainage ou du compactage...; ce qui met en évidence un manque de connaissances scientifiques spécifiques et appropriées aux décharges publiques, surtout dans le traitement des lixiviats, qui finissent dans beaucoup de cas dans des cours d'eaux ou dans des nappes phréatiques.

Pour ces raisons, le traitement des lixiviats de la décharge sauvage de la ville de Taza est devenu un défi environnemental majeur menaçant la santé publique de cette ville. Ces lixiviats non traités contaminent directement les eaux de l'Oued Lârbâa, qui délimite cette décharge, et qui sont largement utilisées dans l'irrigation des cultures maraîchères.

Le modèle de procédé SBR étudié et approprié pour le cas de la décharge de Taza, vise à obtenir un abattement suffisant de la charge polluante du lixiviat pour répondre aux normes marocaines en vigueur des rejets indirects. Les résultats obtenus sont très satisfaisants, avec une réduction nette de tous les indicateurs de pollution étudiés.

MOTS-CLEFS: Charge organique, Lixiviat, Pollution, SBR, Traitement, Décharge non contrôlée de Taza.

1 INTRODUCTION

La protection de l'environnement est de nos jours une préoccupation collective dans les différents secteurs d'activités, elle devient une nécessité privilégiée dans la politique des pays en voie de développement. La décharge de la ville de Taza (Nord-Ouest Maroc) est une décharge non contrôlée desservant la totalité de la zone urbaine de Taza, ainsi que quelques quartiers périphériques se trouvant à l'extérieur du périmètre urbain (Figure 1). Elle est située sur un terrain plat, au niveau de la rive gauche de l'Oued Lâbaa à environ 1,5 Km du centre de la ville (Coordonnées sexagésimales : 34°14'30.2083"N, 4°1'0.8691"O ; Coordonnées degrés minutes décimales : 34°14.5035'N, 4°1.0145'O ; Coordonnées décimales : 34.24172452777778, -4.016908083333333).

Les déchets des décharges lors de leur stockage et sous l'action conjuguée de l'eau de pluie et de la fermentation naturelle, produisent une fraction liquide appelée « lixiviat » ou « jus des déchets ménagers » riches en matières organiques et en éléments sous forme de traces. En effet, de tels lixiviats sont riches en matières organique et inorganique, mais aussi en métaux lourds [1], [2], [3], [4], ainsi qu'une concentration élevée de germes dont les pathogènes, ce qui engendre de graves conséquences, aussi bien pour la santé publique et l'environnement que pour l'avenir des activités socio-économiques [5], [6], [7], [8]. De même, la production de lixiviats peut faire émerger de sérieux problèmes écologiques [9], [10], [11].

La description du milieu environnant du site de la décharge de la ville de Taza, ainsi que le mode d'enfouissement ont permis de mettre en évidence les différentes composantes du milieu pouvant être influencées par les lixiviats de cette décharge (Figure 2). D'où ces lixiviats ne peuvent être rejetés directement dans le milieu naturel et doivent être soigneusement collectés et traités.

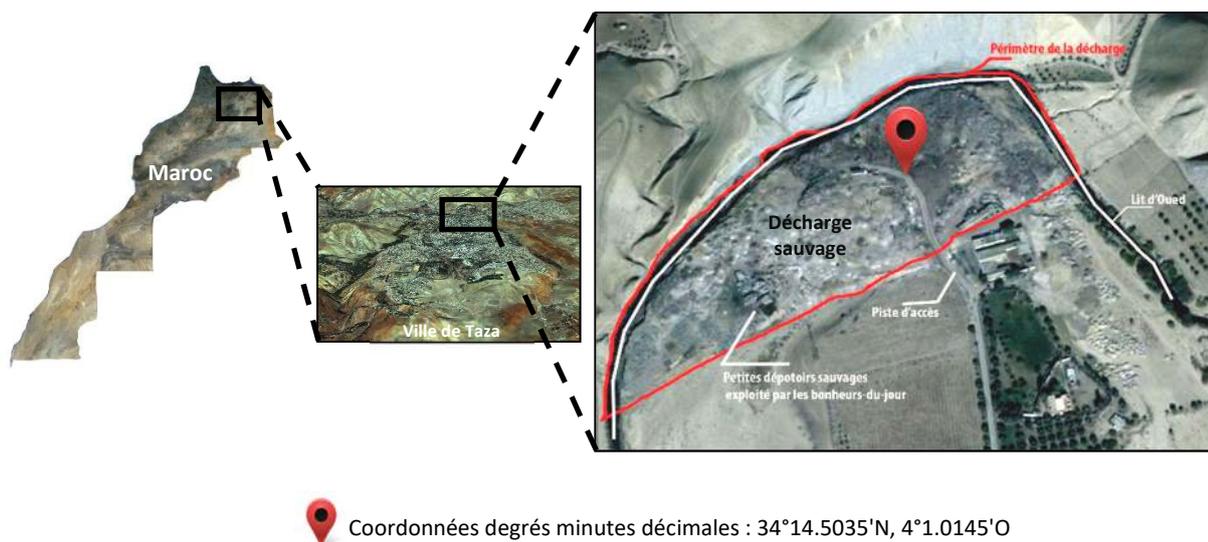


Fig. 1. Situation géographique de la décharge sauvage de la ville de Taza

Dans ce cadre, nous nous sommes proposé de participer à la gestion de ces déchets en mettant au point une optimisation du traitement des lixiviats de la décharge publique non contrôlée de la ville de Taza par des procédés biologiques. Notre contribution consiste donc à proposer, étudier et valider un procédé biologique de traitement peu coûteux, efficace de ces lixiviats et qui s'adapte parfaitement au contexte socio-économique du Maroc [12]. Le procédé SBR (Sequencing Batch Reactor) mis en expérience, vise à obtenir un abattement satisfaisant de la charge organique polluante du lixiviat et qui répondra par la suite aux normes des rejets indirects en vigueur.



Fig. 2. Photos descriptives de la décharge sauvage de la ville de Taza

Photos prises le 05/06/2016.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CYCLE DE TRAITEMENT PAR LE PROCÉDÉ SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)

Le procédé SBR (procédé de Réacteur Séquentiel Discontinu) est un procédé de traitement intensif, qui repose sur le principe du traitement biologique aérobie des effluents par cycles [13].

Le cycle de fonctionnement du SBR est effectué en cinq opérations: Remplissage (1), Agitation (2) Agitation/Aération (3), Décantation (4), Soutirage de l'effluent traité et boue en excès (5), puis le repos (Figure 3).

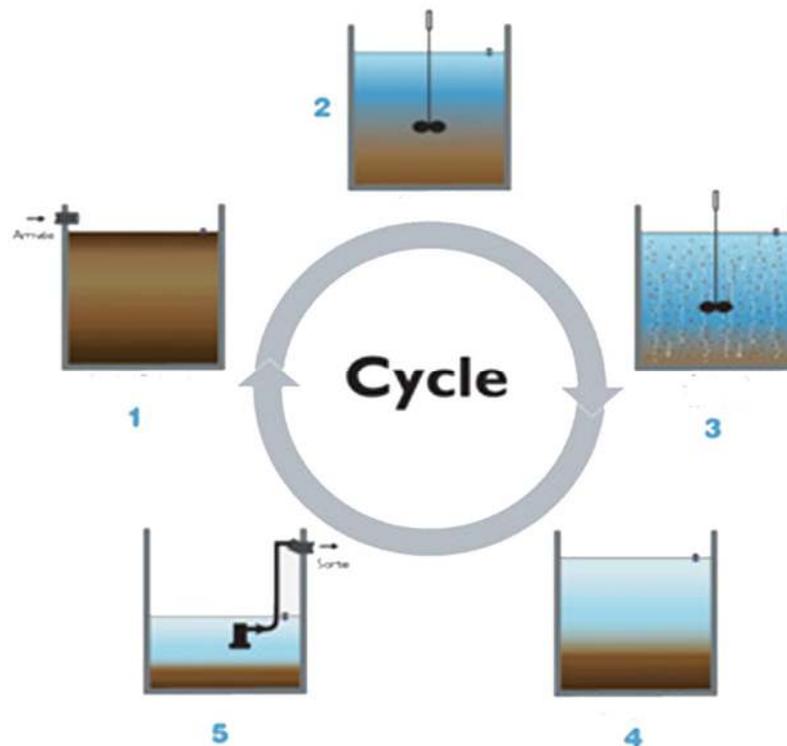


Fig. 3. Schéma du cycle de fonctionnement du réacteur biologique séquentiel

Le système SBR utilise une culture microbienne dispersée sous forme de floccs au sein du lixiviat à traiter. Les étapes de l'aération et de la décantation se déroulent dans le même réacteur. Ce procédé à culture libre, combine généralement la dépollution carbonée et la nitrification, puis la dénitrification.

L'initialisation du réacteur SBR et l'adaptation de la boue sont effectuées en utilisant des valeurs minimales pendant des périodes de temps sec et des valeurs moyennes par temps de pluie. Pour atteindre cet objectif, nous commençons par l'application de la faible charge avec des dilutions progressives des lixiviats, tout en tenant compte des valeurs initiales des indicateurs de pollutions dans l'échantillon brut.

L'optimisation du traitement de la charge organique et azotée des lixiviats de la décharge publique de la ville de Taza, s'effectue en variant, simultanément la charge organique et l'âge des boues et ceci avec un cycle par jour. Le réacteur a été opéré à deux charges organiques : 0,3 g DCO l j/L (faible charge : du 1^{er} au 30^{ème} jour) et 0,7 g DCO l j/L (moyenne charge : du 31^{ème} au 90^{ème} jour) et à deux âges de boues de 7 et 15 jours.

2.2 CARACTÉRISATION DU PILOTE UTILISÉ

Le traitement des lixiviats a été réalisé à l'échelle du laboratoire (MSNEM) de la faculté polydisciplinaire de Taza, dans un réacteur SBR en verre de capacité 12 litres (Figure 4). Ce procédé repose sur le principe de traitement par les boues activées (1/6 du volume d'eau utilisée). Le fonctionnement du SBR est basé sur quatre phases de traitement.

1. **Phase d'alimentation** : le réacteur a été alimenté avec 500 ml de lixiviats.
2. **Phase d'agitation et d'aération** : en présence d'oxygène, les microorganismes sont maintenus en mélange avec l'effluent à traiter.
3. **Phase de décantation** : À l'arrêt de l'aération et de l'agitation, le réacteur est mis au repos pour favoriser la séparation de la boue et de l'effluent traité.
4. **Phase de soutirage** : Pendant Cette phase 500 ml de lixiviats traités est soutirés puis remplacés par le même volume de lixiviat brut et un nouveau le cycle commence.

L'agitation est assurée par un agitateur réglable. L'aération est assurée par l'injection d'air à travers une canalisation poreuse disposée de manière symétrique au fond du réacteur, et elle n'est pas soumise à une régulation. Ce système permet d'avoir une répartition symétrique de l'air et une injection de bulles fines. L'apport d'oxygène est assuré par un compresseur. Les caractéristiques du fonctionnement du réacteur sont indiquées dans le tableau 1.



Fig. 4. Vue d'ensemble du pilote et du réacteur SBR

Photos prises au Laboratoire Matériaux, Substances Naturelles, Environnement et Modélisation (LMSNEM) de la Faculté Polydisciplinaire de Taza le 06/06/2016.

Tableau 1. Temporisations en heure des cycles du fonctionnement de l'SBR (Zalaghi 2014)

Durée totale du cycle	V	R'	R	A/V	D
24 h	10 min	10 min	10 min	20h30	3h
12 h	10 min	10 min	10 min	9h30	2h

V : vidange ; R' : repos ; R : remplissage ; A/V : Agitation et ventilation ; D : décantation.

2.3 SYNCHRONISATION ET TEMPORISATION DU PILOTE

Le procédé SBR est un procédé qui utilise un réacteur séquentiel discontinu dont le fonctionnement est basé sur le temps [14], [15], contrairement aux procédés à boues activées classiques basés sur l'espace. Ainsi, toutes les phases du traitement se passent dans le même réacteur qui en fonction des étapes, tient le rôle du bassin d'aération (traitement aérobique), d'agitation (traitement anaérobique) et du décanteur (séparation des phases solide et liquide) (Figure 3).

1. Phase d'alimentation (R) : le réacteur a été alimenté pendant 10 minutes avec 500 mL de lixiviat pour la faible charge et 1000 mL pour la moyenne charge;
2. Phase d'aération (A/V) : en présence d'oxygène, les microorganismes sont maintenus en mélange avec l'effluent à traiter. Cette phase est la plus longue, sa durée est de 20h30mm pour un cycle de 24h ;
3. Phase de décantation (D) : À l'arrêt de l'aération et de l'agitation, le réacteur est mis au repos pour favoriser la séparation de la boue et de l'effluent traité. La durée de la décantation est fixée à 3h ;
4. Phase de soutirage (V) : Cette phase dure 10 minutes pendant laquelle 500 mL de lixiviat traité sont soutirés pour la faible charge et 1000 mL pour la moyenne charge, puis remplacés par le même volume de lixiviat brut et un nouveau cycle commence. Lorsque la concentration des boues est très importante dans le réacteur, une partie des boues est soutirée.

Les phases d'aération, de décantation et de soutirage des boues en excès, sont contrôlées par des programmeurs et des pompes péristaltiques à débit variable. Pour assurer un traitement efficace de notre lixiviat, la boue utilisée doit être jeune et bien aérée. Nous avons travaillé avec un âge des boues de 15 jours et avec une concentration de l'oxygène dissous qui dépasse 3 mg/L [16]. Ces boues activées proviennent de la station d'épuration des eaux industrielles de la compagnie des boissons gazeuse de la ville de Fès au Maroc [13].

Nous avons calculé également l'indice de Mohlman (IM) [17] selon la formule suivante :

$$IM = V30 / MS$$

V30: Volume des boues décantées après 30 minutes par litre de liqueur mixte.

MS : Concentration des matières en suspension de la boue activée.

2.4 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES LIXIVIATS TRAITÉS

Les analyses physico-chimiques des lixiviats ont été effectuées selon les méthodes décrites dans Rodier [18] et ont porté sur les paramètres suivants : température, pH, matières en suspension (MES), demande chimique en oxygène (DCO), demande biologique en oxygène (DBO₅) et les éléments nutritifs tels que l'azote, les ions nitrates, nitrites et ammoniums. Le calcul du taux d'abattement d'un paramètre X, exprimé en pourcentage est basé sur la formule suivante :

$$\text{Taux d'élimination} = (C_i(x) - C_f(x)) / C_i(x) \cdot 100$$

C_i(x) : Concentration initiale de x dans l'eau usée

C_f(x) : Concentration finale de x dans l'eau usée traitée

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les performances épuratrices du procédé SBR ont été suivies au cours de la période de fonctionnement du réacteur SBR (10 semaines). Les mesures de la pollution carbonée et azotée ont été effectuées en entrée et en sortie, durant les périodes allant de la cinquième à la huitième semaine.

3.1 ABATTEMENT DE LA DCO ET LA DBO₅

Les résultats de la figure 5, montrent que la DCO augmente pendant la première semaine du fonctionnement du réacteur SBR, ce qui est comparable aux résultats obtenus par Rassam et ses collaborateurs [19]. Cette augmentation de la DCO pendant la première semaine, pourrait être due à une mortalité des microorganismes suite aux stresses subis au cours de la phase d'acclimatation de la boue activée. Cependant, la deuxième augmentation de la DCO pendant la troisième semaine, pourrait s'expliquer par la présence des micropolluants organiques et minéraux qui ont un effet bactéricide.

Le taux d'abattement de la DBO₅ qui est de 96,26% est plus important que celui de la DCO. Les valeurs moyennes de sortie du SBR sont respectivement de 181 mg/l et 924mg/l (Tableau 2), et sont très inférieure à celles des normes des rejets indirects (500 mg/l et 1000mg/l) (Figure 6). Nous pouvons expliquer le taux d'abattement élevé de la DBO₅ par la performance de la boue utilisée dans le SBR qui dégrade la matière organique biodégradable présente dans le lixiviat et aussi par la présence d'une biomasse épuratrice.

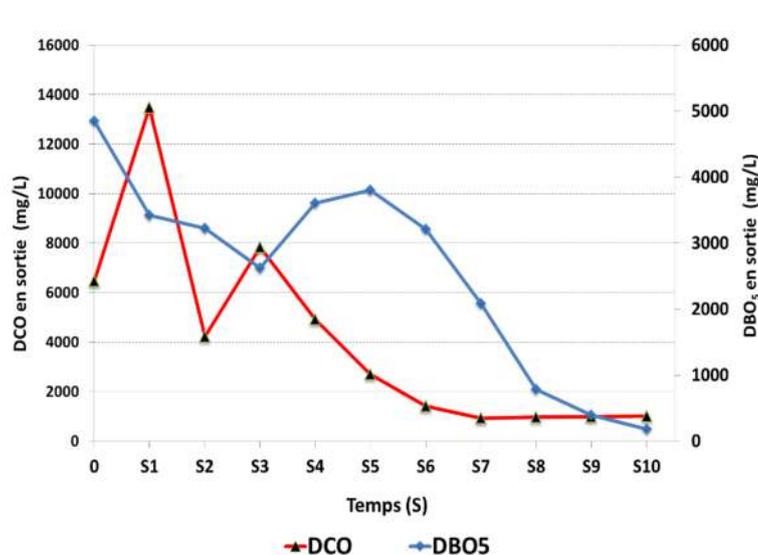


Fig. 5. Evolution des concentrations de la DCO et du DBO₅ au cours de la période de traitement

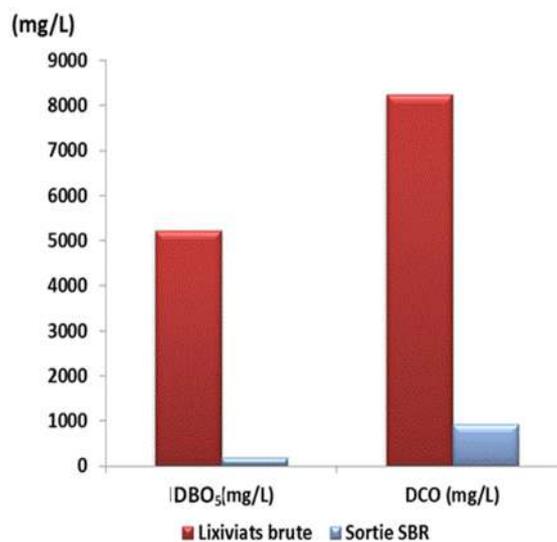


Fig. 6. Abattement de la DCO et la DBO₅

3.2 ABATTEMENT DES COMPOSÉS AZOTÉS

La pollution azotée, sous forme d'azote organique et d'azote ammoniacal, essentiellement sous forme soluble, se trouve contribue dans le phénomène de l'eutrophisation.

A partir des résultats présentés dans le tableau 2, la concentration de l'ammonium à l'entrée du SBR de 29,41 mg/l diminue jusqu'à la concentration de 3,11 mg/l et le taux d'abattement prend la valeur de 82,42 %. La diminution de la concentration de l'ammonium après le traitement par le SBR peut être expliquée par le phénomène de nitrification. Le suivi de la concentration des nitrites montre un taux d'abattement dans le bioréacteur de 78,79 % et la valeur trouvée à la sortie est de 4,54 mg/l. la diminution de la concentration des nitrites s'explique par l'oxydation des nitrites en nitrates à l'aide des bactéries du genre Nitrobacter, Nitrocystis, Nitrospira, Nitrococcus [20]. La concentration moyenne des nitrates dans le lixiviat à l'entrée du SBR est de 30,74 mg/l et après le traitement, cette concentration baisse à 11,46 mg/l. Le taux d'abattement donc est de 62,71 %.

Les concentrations en sortie de l'SBR de tous les paramètres chimiques sont toujours inférieures aux normes définies par la réglementation marocaine concernant les rejets indirects [21] (Figure 8). Les figures 5 et 7 montrent que l'abattement des paramètres chimiques augmente progressivement depuis le début de la période de traitement des lixiviats. Ceci est dû au fait que la boue du réacteur s'adapte progressivement aux lixiviats et la concentration de la biomasse augmente progressivement.

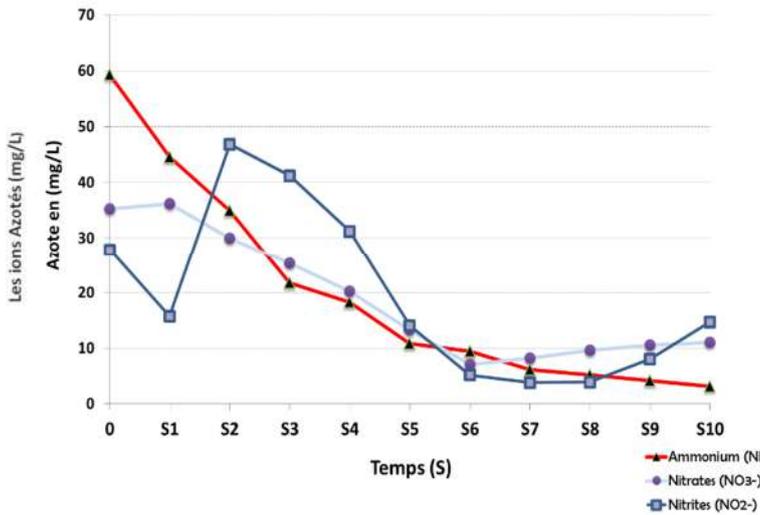


Fig. 7. Evolution des concentrations des ions azotés à la sortie de l'SBR au cours de la période de traitement

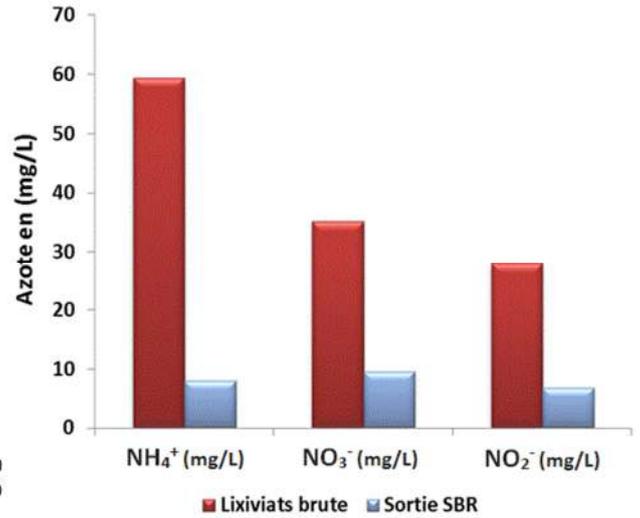


Fig. 8. Abatement des composés azotés

3.3 ABATEMENT DES MATIÈRES EN SUSPENSIONS (MES)

La concentration de la MES du bioréacteur a atteint le seuil de 5 g/l à cause de la boue présente dans le bioréacteur. A la sortie du SBR, la concentration de la MES a largement baissée à une valeur de 0,596 g/l. Cette diminution peut être expliquée par une bonne séparation entre la phase solide (la boue) et la phase liquide (lixiviat soutiré) dans le bioréacteur pendant la décantation.

Tableau 2. Paramètres physico-chimiques du lixiviat de la décharge non contrôlée de la ville de Taza, avant et après traitement par SBR

Paramètres	Lixiviats brute	Entrée SBR	Sortie SBR	Taux d'abattement du traitement par SBR (%)	les normes Marocaine de rejets indirects [21]
pH	7,35	8,15	7,82		6,5-8,5
Température (°C)	32,7	26,5	26,7		35
Oxygène dissout (mg/L)	4,17	5,82	1		
DBO5 (mg/L)	5220	4850	181	96,26	500
DCO (mg/L)	8245,4	6472,8	924	85,72	1000
MES (mg/L)	5460	4290	596	86,1	600
NH ₄ ⁺ (mg/L)	35,02	29,41	3,11	82,42	
NO ₃ ⁻ (mg/L)	27,14	30,74	11,46	62,71	
NO ₂ ⁻ (mg/L)	25,05	21,41	4,54	78,79	

3.4 PERFORMANCES AU COURS D'UN CYCLE

Afin de mieux comprendre les phénomènes mis en jeu et les cinétiques de dégradation des différents polluants, un suivi des différents paramètres, au cours d'un cycle de fonctionnement a été effectué.

En effet, au cours d'un cycle de fonctionnement et à partir de la huitième semaine, les paramètres physico-chimiques suivants ont été analysés : oxygène dissout, température, pH, DCO, teneurs en ions ammoniums, nitrites et nitrates.

Les figures 9 et 10, montrent les évolutions de l'oxygène dissout, de la température et du pH au cours d'un cycle. L'oxygène dissout varie en fonction des phases d'aération. Les dégagements de chaleur dus au fonctionnement du compresseur et aux pertes de charges font passer l'effluent de la température ambiante (environ 27°C) à environ 38°C, ce qui pourrait être à l'origine d'une nitrification partielle.

Durant la phase d'alimentation (phase 1), le pH chute rapidement, tandis que la phase aérobie (phase 2) provoque une légère acidification du milieu due à la nitrification. Enfin, au cours de la phase de décantation (phase 3), une augmentation du pH est observée.

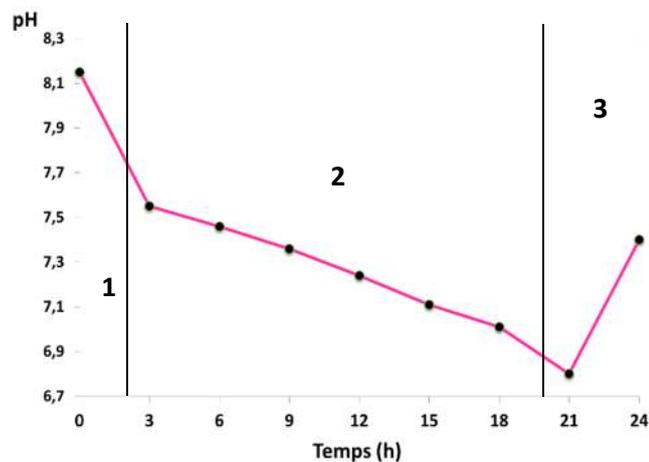


Fig. 9. Évolution du pH au cours d'un cycle

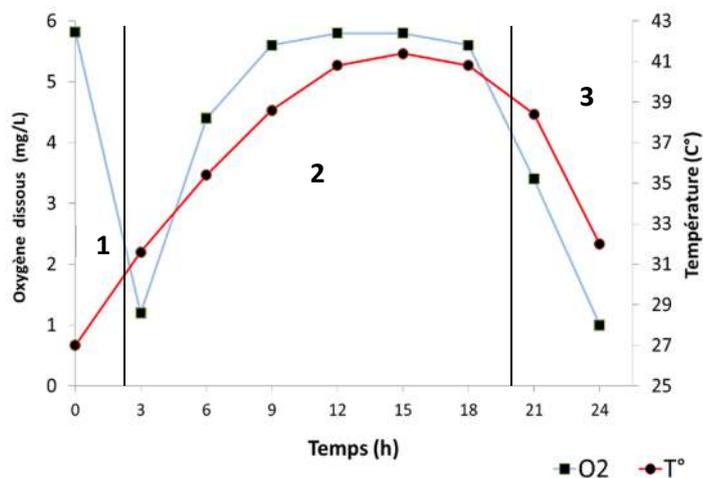


Fig. 10. Évolution de l'oxygène dissous et de la température au cours d'un cycle

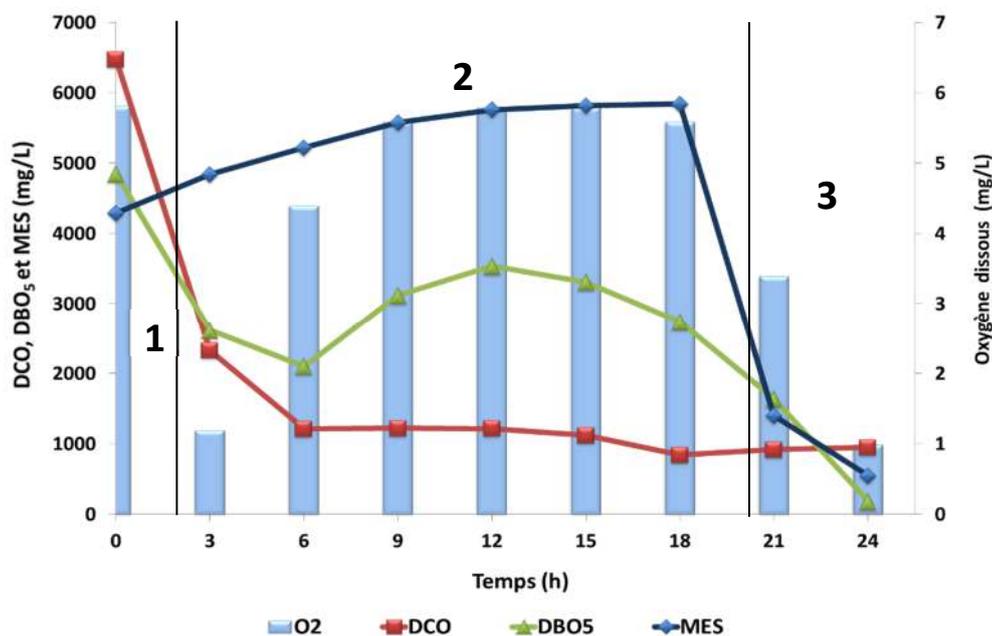


Fig. 11. Évolution de la DCO, DBO₅, MES et l'oxygène dissous au cours d'un cycle

Comme le montre la figure 11, la DCO n'enregistre pas de baisse significative au cours de la phase d'alimentation (phase 1), par contre, elle baisse rapidement dès le commencement de la phase d'aération (phase 2). Cependant, la DBO₅ augmente pendant cette phase (phase 2), cela est dû au développement de la mousse issue de la décomposition de la matière organique et des substances humiques des lixiviats. Cette mousse de surface contient relativement de grandes quantités de protéines et résidus de cellules mortes.

La mousse flottante peut provoquer de sérieux problèmes affectant la concentration des matières en suspension dans la liqueur mixte, la mousse de surface peut contenir jusqu'à 40% de matières en suspension [11]. Ceci explique l'augmentation de la concentration de la MES au cours de la phase 2.

3.5 BILAN DU TRAITEMENT DES LIXIVIATS DE LA DÉCHARGE NON CONTRÔLÉE DE TAZA PAR LE PROCÉDÉ SBR

D'après nos résultats, le procédé SBR que nous avons appliqué aux lixiviats de la décharge non contrôlée de la ville de Taza a donné de très bons résultats (Figure 12) en matière de réduction de la charge organique (réduction de 85% de la DCO et de 96% de la DBO₅) en comparaison avec les travaux rapportés de Mohan et ses collaborateurs [14]. La réduction de la DCO et de la DBO₅ est due essentiellement à la durée de la phase aérobie, ce qui est en concordance avec les résultats obtenus dans d'autres travaux de recherche [22]. Par contre, d'autres études attribuent la réduction de la DCO et de la DBO₅ à la phase anaérobie dans les systèmes aéro-anaérobies [23], [24], [25]. En se basant sur nos résultats, nous confirmons que l'efficacité du procédé SBR, en termes de rendement épuratoire dans le traitement du lixiviat de la décharge publique de la ville de Taza, est satisfaisante (Figure 12), puisqu'elle répond aux exigences législatives marocaines. Chaque modification du fonctionnement séquentiel entraîne des évolutions importantes dans les variables de sortie du réacteur. Ces variations peuvent être imputées aux variations du stress relatives à la boue activée utilisée et peuvent être plus ou moins importantes selon des phases d'aération (cycle court ou cycle long). Ces modifications ont, sans doute, des conséquences sur le comportement opératoire du réacteur et sur ses performances (modification du métabolisme bactérien).

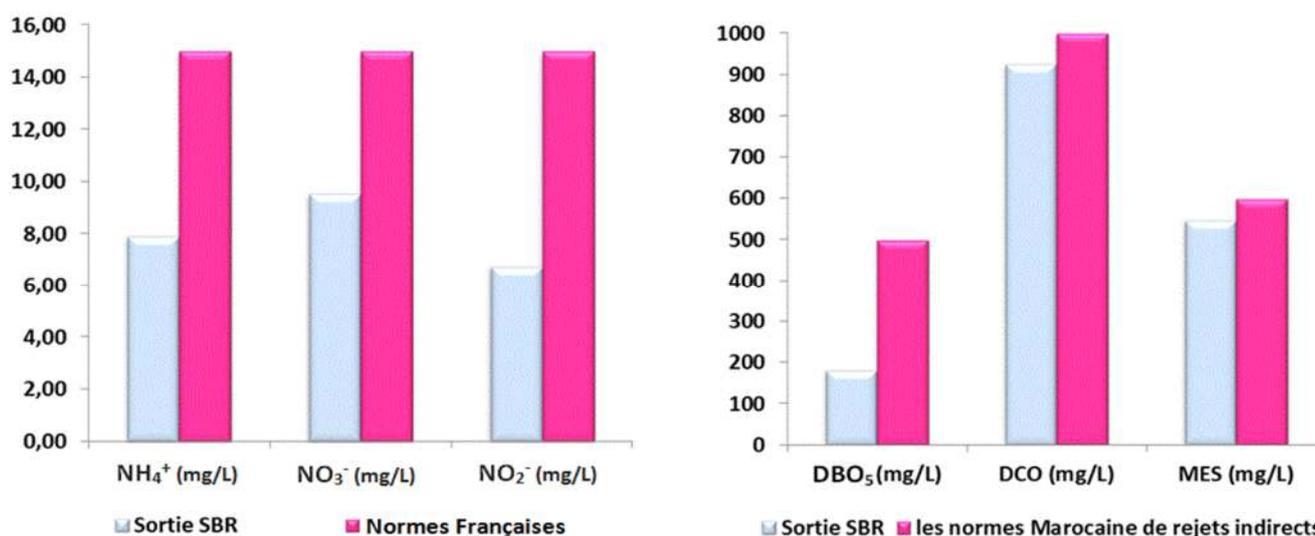


Fig. 12. Performances épuratoires du procédé SBR pour le traitement du lixiviat de la ville de Taza

Concernant la pollution azotée (ions ammoniums, nitrates et nitrites), les résultats du traitement par SBR des lixiviats de la décharge publique non contrôlée de la ville de Taza donnent des valeurs conformes aux normes les plus exigeantes comme les normes françaises (NH₄⁺ et NO₃⁻ et NO₂⁻ < 15 mg/l ; figure 12). Selon les résultats présentés dans tableau 2, la concentration de l'ammonium à l'entrée du SBR de 29,41 mg/l diminue à 7,9 mg/l. Le taux d'abattement augmente avec l'augmentation de l'âge des boues et atteint ses valeurs maximales de 86% quand l'âge des boues varie entre 15 et 20 jours. La diminution de la concentration des ions d'ammonium, après le traitement par le SBR, pourrait être expliquée par le phénomène de nitrosation où les ions ammonium sont oxydés en nitrites [11]. De même pour le nitrite, la concentration à l'entrée du SBR de 21,41 mg/L diminue à 6,74 mg/L et le taux d'abattement augmente avec l'augmentation de l'âge des boues et atteint ses valeurs maximales de 75,79% à l'âge des boues de 15 jours. La réduction des teneurs en nitrites s'explique par le processus de dénitrification aérobie réduisant ainsi le nitrite en N₂O ou en azote moléculaire. Quant à l'élimination des nitrates, la concentration à l'entrée du SBR de 30,74 mg/L, diminue à 9,52 mg/l et le taux d'abattement augmente avec l'augmentation de l'âge des boues et atteint une valeur maximale de 72,96% à l'âge des boues de 20 jours. Cela pourrait être dû au phénomène de dénitrification qui a lieu dans le bioréacteur lors du traitement biologique des effluents de lixiviats dans les conditions aérobies, ce qui est avantageux à grande échelle.

Dans la présente étude, nous avons constaté une baisse de la concentration des ions NO_3^- à la sortie du bioréacteur, ce qui pourrait être expliqué par la dénitrification aérobie. De ce fait, la dénitrification peut avoir lieu dans les floccs des boues activées, malgré les taux d'oxygène élevés dans le bioréacteur [26]. De plus, la présence d'oxygène dans les eaux usées n'inhibe pas la dénitrification au niveau des microenvironnements [27]. Il est à signaler, aussi que les lixiviats étudiés, présentent de faibles concentrations en nitrates, ce qui faciliterait leur assimilation par les microorganismes des boues activées du bioréacteur.

4 CONCLUSION

La présente étude avait pour objectif principal l'évaluation du traitement des lixiviats de la décharge non contrôlée de la ville de Taza, par le procédé biologique SBR, outil innovant qui combine les avantages des réacteurs à lit fluidisé (efficacité, compacité, fixation et concentration élevée de la biomasse) avec ceux des réacteurs séquentiels classiques à culture libre (régulation des différents métabolismes, contrôle de l'âge de la biomasse), qui a été mis en place au laboratoire MSNEM de la Faculté Polydisciplinaire de Taza.

Les performances épuratrices en termes de pollution carbonée et azotée ont été étudiées puis optimisées. D'excellents abattements de la pollution carbonée (85% sur la DCO) et azotée (73,12% de la charge ammoniacale) ont été obtenus. Les conditions optimales pour l'élimination de la DCO, DBO_5 et de la pollution azotée des lixiviats étudiés sont : charge volumique (C_v) = 0,7 g DCO/L/ j et un âge des boues de 15-20 jours. Ceci aurait plusieurs avantages si ce système serait appliqué à grande échelle :

- le débit de l'effluent à traiter est élevé ;
- le volume du système diminue ;
- le volume des boues à soutirer est faible et par conséquent il y a une diminution du coût de traitement des boues soutirées ;
- la maintenance d'une biomasse épuratrice jeune qui assure un rendement épuratoire élevé du système ;
- le rendement épuratoire augmente et le coût de la STEP diminue.

Les résultats obtenus, nous permettent de conclure que le traitement des lixiviats de cette décharge par un procédé intensif comme l'SBR pourraient limiter les risques majeurs liés à la contamination du milieu physique et biologique par les rejets directs de ces lixiviats.

Les eaux infectées par ces lixiviats traitées pourraient ainsi être utilisées à des fins agricoles sans menacer la santé publique, après analyse et contrôle avec des tests microbiologiques et parasitologie adéquats. Les résultats du présent travail sont extrapolables à des cas similaires.

REFERENCES

- [1] J. Schwarzbauer, S. Heim, S. Brinker, R. Littke, "Occurrence and alteration of organic contaminants in seepage and leakage water from a waste deposit landfill," *International Journal of Water Research*, no. 36, pp. 2275–2287, 2002.
- [2] A. Baun, A. Ledin, L.A. Reitzel, P.L. Bjerg, T. H. Christensen, "Xenobiotic organic compounds in leachates from ten Danish MSW landfills – chemical analysis and toxicity tests," *International Journal of Water Research*, no. 38, pp. 3845–3858, 2004.
- [3] N. El Bada, O. Assobhei, A. Kebbabi, R. Mhamdi et M. Mountadar "Caractérisation et prétraitement du lixiviat de la décharge de la ville d'Azemmour," *International Journal of Déchets, Sciences et Techniques*, no. 58, pp. 30-36, 2010.
- [4] Merzouki H., Hanine H., Lekhlif B., Latrache L., Mandi L., "Sinan M. Physicochemical Characterization of Leachate Discharge Fkih Ben Salah from Morocco," *Journal of Materials and Environmental Science*, vol. 5, no. 6, pp. 1354-1363, 2015.
- [5] MATEE, *Secteur des déchets solides, Situation actuelle & perspectives de développement*, Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement, de l'Urbanisme et de l'Habitat, Secrétariat d'Etat chargée de l'Environnement, Royaume du Maroc, 2003.
- [6] MATEE, *Etude de la gestion des déchets ménagers et assimilés au Maroc*, Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement, de l'Urbanisme et de l'Habitat, Secrétariat d'Etat chargée de l'Environnement, Royaume du Maroc, 2004.
- [7] MATEE, *Etude de choix d'un site pour l'implantation d'une décharge contrôlée des déchets ménagers et assimilés de la ville de Taza*, Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement. Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques, Royaume du Maroc, 2005.

- [8] M. Ben Abbou, M. El Haji, M. Zemzami et F. Fadil "Impact des lixiviats de la décharge sauvage de la ville de Taza sur les ressources hydriques (Maroc)," *Afrique SCIENCE*, Vol. 1, no. 10, pp. 171 – 180, 2014.
- [9] P. Baccini, R. Henseler, H. Figi, H. Belevi, "Water and element balances of municipal solid waste landfills," *Journal of Waste Management & Research*, no. 5, pp. 583–599, 1987.
- [10] Y. Ez Zoubi, M. Merzouki, L. Bennani, A. El Ouali Lalami, M. Benlemlih, "Procédé pour la réduction de la charge polluante du lixiviat de la décharge contrôlée de la ville de Fès," *International Journal of Déchets, Sciences et Techniques*, no. 58, pp. 22-29, 2010.
- [11] H. Talouizte, "Traitement physique et biologique des effluents de textile de la ville de Fès et évaluation de leurs effets génotoxique et phytotoxique," Thèse de doctorat - Faculté des sciences, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah-Fès, Maroc. 2014.
- [12] F. Benyoucef, A. El Ghmari, and A. Ouattmane, "Problématique des lixiviats des déchets ménagers et traitement par UASB: cas de la ville de kasba tadla," *Innovative Space of Scientific Research Journals*, Vol. 13, no. 2, pp. 289-298. 2015.
- [13] A. Zalaghi, "Contribution à l'élaboration et validation d'un système de management intégré et traitement physique et biologique des lixiviats," Thèse de doctorat - Faculté des sciences, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah-Fès, Maroc. 2014.
- [14] S.V. Mohan, N. Chandrashekar Rao, K. Krishna Prasad, B.T.V. Madhavi, P.N. Sharma, "Treatment of complex chemical wastewater in a sequencing batch reactor (SBR) with an aerobic suspended growth configuration," *Journal of Process Biochemistry*, no. 40, pp. 1501–1508, 2005.
- [15] C. Shubhrasekhar, R. Kshitij, V. Mohini, I. Jawed and K.R. Naresh "Assessing the feasibility of co-treatment of landfill leachate and municipal wastewater in sequencing batch reactor (SBR)," *Proceedings of International Conference on Sustainable Energy and Built Environment*. Organized by: School of Mechanical and Building Sciences, VIT University, Vellore – 632014, TN, 12-13 March, 2015.
- [16] A. Zalaghi, F. Lamchouri, H. Toufik, M. Merzouki, "Valorisation des matériaux naturels poreux dans le traitement des Lixiviats de la décharge publique non contrôlée de la ville de Taza," *Journal of Materials and Environmental Science*, Vol. 5, no. 5, pp. 1643-1652, 2014.
- [17] D. Mohan, K.P. Singh, , et V.K. Singh, "Wastewater treatment using low cost activated carbons derived from agricultural byproducts - a case study," *Journal of Hazardous Materials*, no. 152, pp. 1045- 1053, 2008.
- [18] Rodier, *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer*, 7ième Edition. Dunod, Paris, France, 1984.
- [19] A. Rassam, B. Bourkhiss, A. Chaouch, L. El watik, H. Chaouki and M. Ghannami, "Caractérisation de lixiviats des décharges contrôlées au Maroc et solutions de traitement : cas de lixiviats de la ville d'AL Hoceima," *Journal of ScienceLib*, Vol. 4, no. 120204, 2012.
- [20] M. Merzouki , "Déphosphoration anoxique d'effluents par voie biologique : Optimisation et mise en œuvre d'un procédé intégré de dépollution azotée et phosphorée," Thèse de doctorat d'Etat, 2001.
- [21] H. El Haite "Traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et réutilisation pour l'irrigation," Thèse de doctorat - Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, France, 2010.
- [22] N.D. Lourenço, J.M. Novais, H.M. Pinheiro, "Effect of some operational parameters on textile dye biodegradation in a sequential batch reactor," *Journal of Biotechnol.* No. 89, pp. 163–174, 2001.
- [23] C. O'Neill, F. Hawkes, D. Hawkes, S. Esteves, S. Wilcox, "Anaerobic/aerobic biotreatment of simulated textile effluent containing varied ratios of starch and azo dye," *International Journal of Water Research*, no. 34, pp. 2355–2361, 2000.
- [24] M. Isik, D.T. Sponza, "Monitoring of toxicity and intermediates of C.I. Direct Black 38 azo dye through decolorization in an anaerobic/aerobic sequential reactor system," *Journal of Hazardous Materials*, no. 114, pp. 29–39, 2004.
- [25] ö. Çinar, S. Yasar, M. Kertmena, K. Demirz, N.ö. Yigit, M. Kitis, "Effect of cycle time on biodegradation of azo dye in sequencing batch reactor. *Process safety and environment protection*. Vol. 6, no. 8, pp. 455–460, 2008.
- [26] Bitton G. *Wastewater microbiology*, 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2005.
- [27] Christensen M.H., & Harremoes P., *Nitrification and denitrification in wastewater treatment*, Water Pollution Microbiology, Vol. 2, pp. 391–414, R. Mitchell, Ed., John Wiley & Sons, New York, 1978.