



## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 41750 B1** (51) Cl. internationale : **C02F 1/52; C02F 3/302; C02F 9/00; C02F 3/30**
- (43) Date de publication : **30.09.2019**

- 
- (21) N° Dépôt : **41750**
- (22) Date de Dépôt : **29.12.2017**
- (71) Demandeur(s) : **Université Hassan II de Casablanca, 19, Rue Tarik Bnou Ziad, Mers Sultan, BP 9167 , Casablanca (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Souabi Salah ; Hajar BAKRAOUY ; Khalid DIGUA ; Latifa MOUHIR ; Abdeslam TALEB ; Mohammed Karim ben hachmi ; Meriem ABOURI**
- (74) Mandataire : **NAHID HANANE**

- 
- (54) Titre : **Traitement des rejets de lixiviats par nitrification dénitrification et coagulation floculation suivie d'une filtration sur matériaux**
- (57) Abrégé : La présente invention vise de façon générale le domaine du traitement des eaux. Plus spécifiquement, elle concerne l'utilisation du processus combinant le traitement par nitrification de + dénitrification suivi de la coagulation floculation et filtration sur des matériaux en particulier les briques rouges, comme déchets de construction pour le traitement des rejets de lixiviats.

**Traitement des rejets de lixiviats par nitrification dénitrification et coagulation floculation suivie d'une filtration sur matériaux**

S.SOUABI, H.BAKRAOUY, M. ABOURI, K.DIGUA, L. MOUHIR, A. TALEB, K. BENHACHEM

Laboratoire de Génie des Procédés et Environnement, Université Hasssan II, Faculté des Science & Techniques Mohammedia, Maroc

**DESCRIPTION**

La présente invention vise de façon générale le domaine du traitement des eaux. Plus spécifiquement, elle concerne l'utilisation du processus combinant le traitement par nitrification de + dénitrification suivi de la coagulation floculation et filtration sur des matériaux en particulier les briques rouges, comme déchets de construction pour le traitement des rejets de lixiviats.

Au Maroc, face à la production croissante des ordures ménagères et des déchets industriels, les problèmes de pollution sont de plus en plus ressentis. Leur nature qui devient de plus en plus complexe et hétérogène fait que la nocivité de ces déchets est plus marquée et que leur élimination, valorisation ou traitement deviennent plus difficiles

La fermentation de ces déchets génère une grande quantité de lixiviat noirâtres pouvant contenir des éléments indésirables organiques et minéraux. En conséquence, les polluants (polluants organiques et métalliques) vont porter atteinte tant à la santé publique qu'aux réserves halieutiques, les eaux de surface et les eaux souterraines qui sont utilisées comme source d'alimentation en eau potable dans certaines communes. En outre le dégagement des mauvaises odeurs pourrait perturber les habitants au voisinage des décharges publiques.

Actuellement les techniques de traitement des rejets de lixiviats sont peu nombreux et coûtent chers en particulier l'osmose inverse (80 DH/m<sup>3</sup>) qui reste une technique plus coûteuse pour les pays en développement comme pour les pays développés.

La technique proposée permet de réduire considérablement les effets néfastes des décharges publiques liés aux lixiviats sur la population avec un coût qui s'adapte avec le côté financier pour les pays en voie de développement.

Ce traitement à faible coût est efficace en terme de protection de l'environnement. Il permet de produire une eau qui pourra être utilisée pour l'irrigation.

### Technique de traitement :

#### -Bassin de stockage de lixiviat (figure 2 étape 1)

Le bassin permet de stocker les lixiviat pour être traités par la suite.

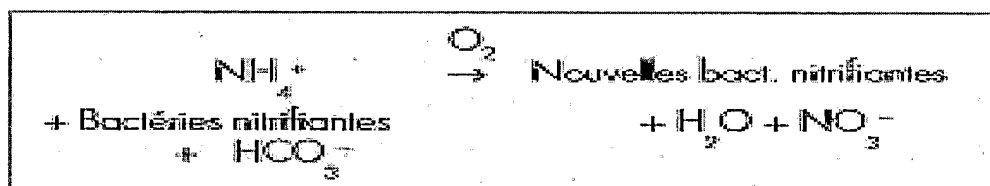
#### -Tamis (figure 2 étape 2)

Les tamis permettent d'éliminer les grosses particules contenues dans le lixiviat.

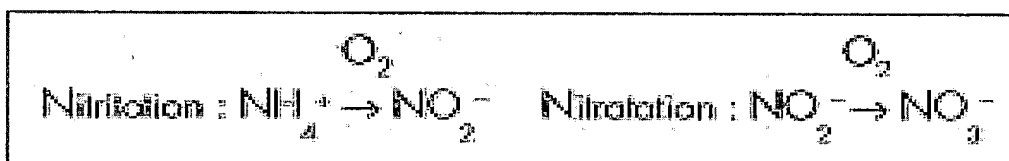
#### -Nitrification

La nitrification est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). Cette transformation est réalisée par des bactéries, autotrophes en milieu aérobie

La réaction de nitrification de l'azote ammoniacal par les bactéries autotrophes nitrifiantes en présence d'oxygène dissous peut être représentée par la réaction suivante :



En réalité, cette réaction s'effectue en deux étapes successives : la nitrification et la nitratisation réalisées par des bactéries différentes selon les schémas ci-après :



### -Dénitrification biologique

La dénitrification est un phénomène biochimique qui s'opère dans un bassin profond, sous l'action de bactéries spécifiques.

Les nitrites et les nitrates sont oxydés sous forme d'azote atmosphérique non polluant par des bactéries en absence d'oxygène dissous et de nitrates peut être représentée par la réaction suivante:



L'élimination des nitrates avant coagulation floculation est nécessaire car les ions nitrates au niveau du décanteur primaire pourront provoquer la dénitrification des nitrates tout en produisant l'azote N<sub>2</sub> qui provoque la mauvaise décantation au niveau du décanteur primaire.

### -Dégazage de l'azote (figure 2 étape 3)

Le *dégazage* qualifie le transfert mécanique des gaz dissous (N<sub>2</sub>) dans l'eau vers l'air par l'action d'agiter de l'eau.

Le dégazage de l'azote reste une étape très intéressante dans le traitement des rejets de lixiviats car sans dégazage la coagulation floculation sera perturbée par l'azote qui pourra avoir un entrainement des boues à l'interface du réacteur de coagulation floculation.

### -Coagulation Floculation (figure 2 étape 4)

La coagulation floculation a été réalisée dans un pilote contenant le lixiviat, et d'un agitateur à trois pales lié à un moteur. La dose optimale du coagulant a été préalablement déterminée par Jar test. Après l'ajout de ce dernier, le lixiviat brute a fait l'objet d'une agitation rapide à 150 trs/min pendant 10 min, pour la dispersion d'une façon homogène les réactifs, suivie d'une agitation lente à 30 trs/min pendant 30 min.

**-Décantation (figure 2 étape 4)**

Après une phase de décantation de 8 heures, le surnageant a été récupéré pour être filtré sur une unité de filtration utilisant les déchets construction (briques rouges) comme matériau filtrant.

**-Filtration (figure 2 étape 5)**

Les essais de la filtration ont été réalisés sur une colonne en plexiglas contenant différents matériaux à valoriser de 16,8 cm de diamètre et de 1 m de hauteur. La hauteur effective du lit filtrant est de 91 cm. La colonne de filtration illustrée dans la figure 1, a été alimentée en lixiviat coagulé par un écoulement ascendant (bas vers le haut).

**Schémas de traitement propos**

Le traitement des rejets de lixiviats (stabilisés ou jeune) par nitrification dénitrification, la coagulation floculation suivi d'une filtration sur différents matériaux en particulier les briques rouges comme déchets de construction est donné sur la figure 2.

## Revendications

1- Procédé de traitement des rejets de lixiviats comprenant les étapes suivantes :

- Traitement biologique par nitrification dénitrification ;
- Traitement physico-chimique par la coagulation floculation ;
- Filtration sur différents matériaux (briques rouges...).

caractérisé en ce que la nitrification dénitrification comme première étape permet de transformer presque la totalité des ions ammoniums et nitrates et par la suite la réduction des mauvaises odeurs avec le moindre coût.

2- Procédé selon la revendication 1 caractérisé par une réduction efficace de la pollution des rejets de lixiviat stabilisé (stocké pendant plusieurs jours).

3- Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le traitement biologique par nitrification dénitrification élimine les ions ammoniums et les nitrates avant coagulation floculation. Car les ions nitrates au niveau du décanteur primaire pourront provoquer la dénitrification des nitrates tout en produisant l'azote N<sub>2</sub> qui provoque la mauvaise décantation au niveau du décanteur primaire.

4- Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la coagulation floculation optimisée permet de prolonger le temps de filtration sur matériaux (briques rouges...).

5- Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la filtration par différents matériaux (briques rouges...) permet d'améliorer davantage l'élimination de la pollution dissoute.

- 6- Procédé selon les revendications 1 et 5 caractérisé en ce que la filtration par différents matériaux (briques rouges...) permet la valorisation de ces matériaux solides abondant dans la nature.

## DESSINS

$H_T$  : Hauteur totale de la colonne  
 $H_E$  : Hauteur effective du lit filtrant  
 $d$  : Diamètre de la colonne

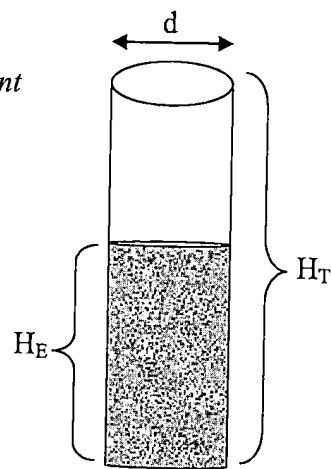


Figure 1: Schéma descriptif du pilote de filtration

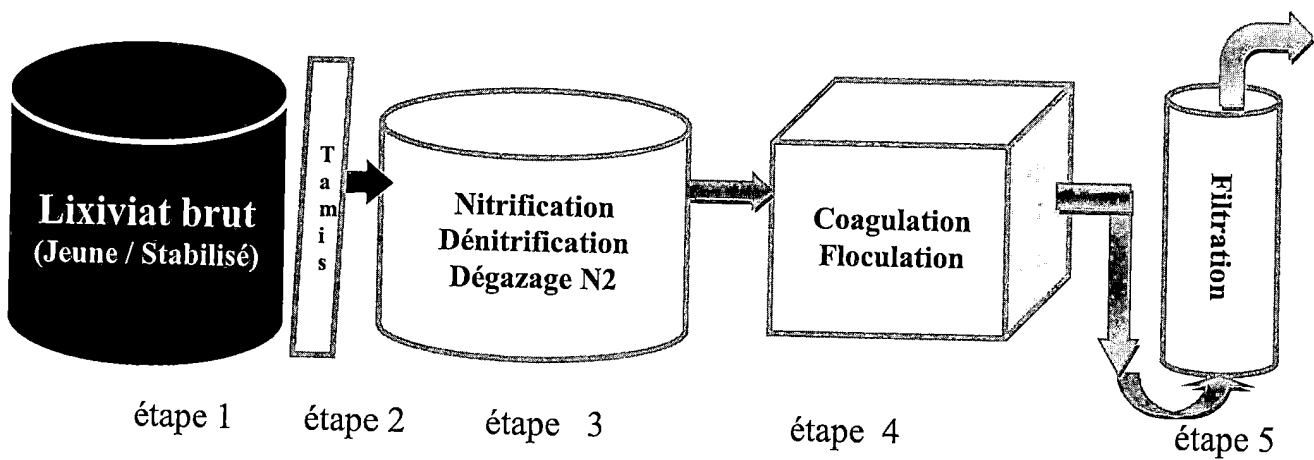


Figure 2 : Traitement de lixiviat par nitrification dénitrification suivi d'une coagulation floculation et filtration sur différents matériaux



ROYAUME DU MAROC  
\*\*\*\*\*  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
\*\*\*\*\*



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للصناعة والتجارة  
-----

## RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la  
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée  
par la loi 23-13

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 41750	Date de dépôt : 29/12/2017
Déposant : Université Hassan II de Casablanca	
Intitulé de l'invention : Traitement des rejets de lixiviats par nitrification-dénitrification et coagulation floculation suivie d'une filtration sur matériaux	
<b>Classement de l'objet de la demande :</b>	
CIB : C02F1/52, C02F3/30, C02F9/00 CPC : C02F3/302, C02F1/52	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: BRINI Abdelaziz	Date d'établissement du rapport : 20/09/2019
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

**Partie 1 : Considérations générales****Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
- Revendications  
6
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
- Suite à la recherche complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
  - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

**Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité****Cadre 3 : Remarques de clarté**

1. Les revendications 2 à 6 ne satisfont pas à l'exigence de clarté conformément à l'article 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, car l'objet de la protection demandée n'est pas clairement défini. Les revendications 4 à 6 tentent de définir l'objet par le résultat recherché, ce qui revient simplement à énoncer le problème sous-jacent, sans indiquer les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ce résultat.

**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-6	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1-6	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1-6	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1: E. Maranon et al "Coagulation-flocculation as a pretreatment process at a landfill leachate nitrification-denitrification plant". Journal of Hazardous Materials 156 (2008) 538-544.

D2: US5798044A

D3: WO2012096574A1

**1. Nouveauté (N) :**

Aucun des documents susmentionnés ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques telles que décrites dans les revendications 1-6, d'où celles-ci sont nouvelles conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**2. Activité inventive (AI) :**

Le document D1 qui est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue un procédé de traitement des lixiviats en appliquant un traitement par coagulation-floculation afin d'éviter l'encrassement des membranes d'ultrafiltration employées pour la séparation de la biomasse après le traitement par nitrification-dénitrification.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que le procédé comprend en première étape un traitement biologique par nitrification-dénitrification, en deuxième étape un traitement par coagulation floculation et en dernière étape une filtration sur des briques rouges.

L'effet technique est d'éviter la génération de gaz N<sub>2</sub> en transformant l'ammonium en nitrates ce qui permet de réduire l'entraînement des boues produites durant la coagulation floculation à l'interface du décanteur.

Le problème que la présente demande se propose de résoudre peut être considéré comme étant la fourniture d'un procédé amélioré combinant la nitrification-dénitrification et la coagulation-floculation.

La solution proposée n'est pas évidente pour la raison suivante :

Bien que la combinaison de la technique de coagulation-floculation avec nitrification-dénitrification est connue de l'art antérieur comme on peut le voir à partir des documents D1, D2 et D3, aucun de ces documents ne divulgue ni suggère un enchaînement des étapes dudit procédé comme décrit dans la présente demande.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, au vu des documents D1 à D3.

Les revendications 2-6 dépendent de la revendication 1 et satisfont en tant que telles aux exigences de l'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.