



## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 41750 A1** (51) Cl. internationale : **C02F 1/52; C02F 3/302; C02F 9/00; C02F 3/30**
- (43) Date de publication : **28.06.2019**

- 
- (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.

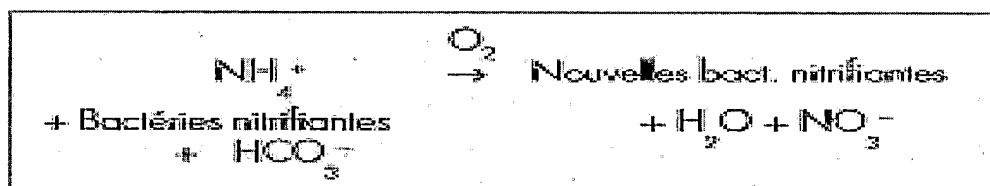
#### -Tamis (figure 2 étape 2)

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

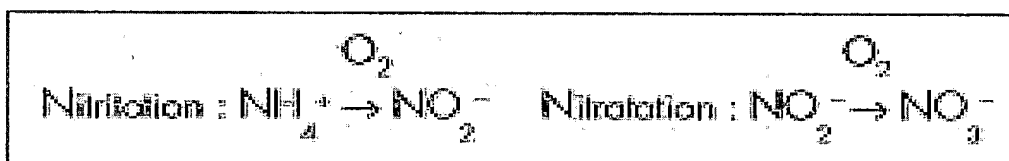
#### -Nitrification

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 par nitrification dénitrification caractérisé par une combinaison avec la coagulation floculation suivie d'une filtration sur matériaux
- 2- Procédé selon la revendication 1 caractérisé par le traitement de lixiviats par nitrification dénitrification.
- 3- Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce qu'il est combiné avec le traitement physico-chimique par la coagulation floculation.
- 4- Procédé selon les revendications 2 et 3 caractérisé par une filtration par les briques rouges.
- 5- Procédé selon la revendication 1 caractérisé par la valorisation des briques rouges abondant dans la nature.

DESSINS

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

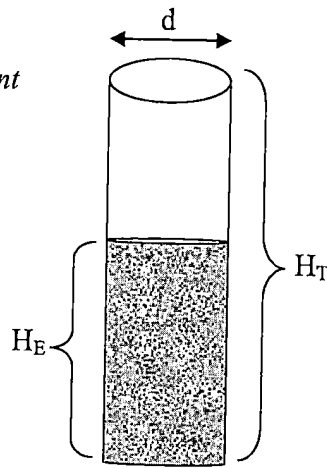


Figure 1: Schéma descriptif du pilote de filtration

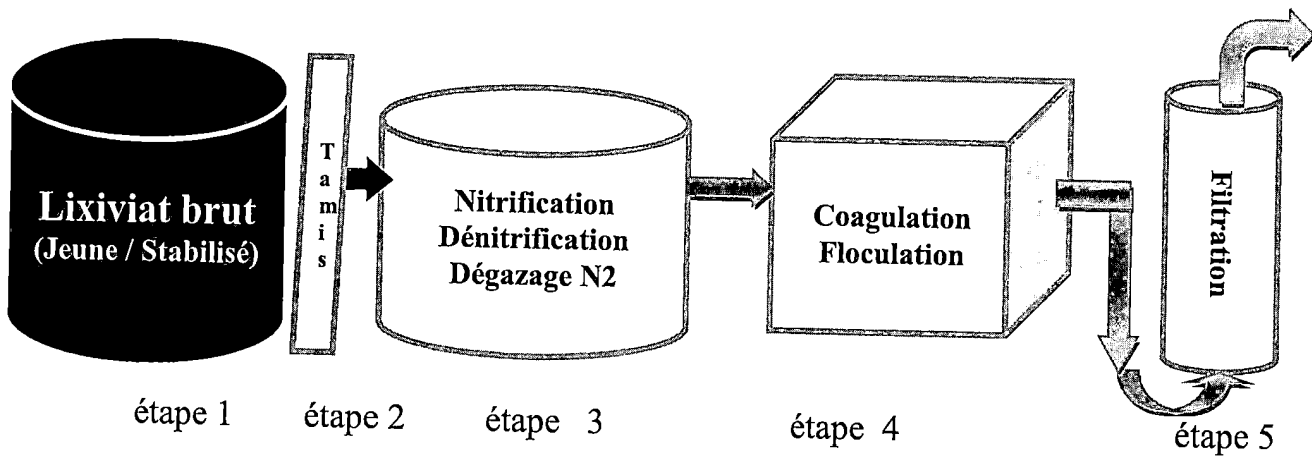


Figure 2 : Traitement de lixiviat par nitrification dénitrification suivi d'une coagulation floculation et filtration sur différents matériaux



**RAPPORT DE RECHERCHE  
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**  
(Conformément aux articles 43 et 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.	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
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	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: A. BRINI	Date d'établissement du rapport: 17/07/2018
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



**Partie 1 : Considérations générales**

*Cadre 1 : base du présent rapport*

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

- Description  
4 Pages
- Revendications  
5
- Planches de dessin  
1 Page

**Partie 2 : Rapport de recherche**

**Classement de l'objet de la demande :**

CIB : C02F3/30; C02F1/52; C02F9/00

CPC : C02F3/302; C02F1/52; C02F9/00

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

**EPOQUE, Orbit**

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	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	1-5
X	US5798044A; PHILIPP MULLER GMBH [DE]; 25-08-1998 Document en entier	1-5
X	WO2012096574A1; AGRI SEPARATION TECHNOLOGIES B V [NL]; 19-07-2012 Document en entier	1-5
A	WO2017202969A1; KEMIRA OYJ [FI]; 30-11-2017 Document en entier	1-5

**\*Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément  
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier  
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent  
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs  
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

**Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité***Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle*

Nouveauté (N)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-5	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

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 1-5, 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 l'enchaînement des étapes dans la présente invention n'est pas identique à celui décrit dans D1.

Le problème que la présente demande se propose de résoudre peut être considéré comme étant la fourniture d'un procédé alternatif.

La solution proposée est évidente pour la raison suivante :

La modification dans la construction ou l'enchaînement des étapes d'un procédé est considéré comme une pratique courante de l'homme du métier, car aucun effet technique surprenant n'est démontré suite à la différence entre la présente demande et le document D1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'implique pas d'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 2-5 ne contiennent aucune caractéristique technique qui, en combinaison avec celles de l'une quelconque des revendications à laquelle elles se réfèrent, définissent un objet satisfaisant aux exigences concernant 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.