

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 49533 B1** (51) Cl. internationale : **C02F 1/52**
- (43) Date de publication : **31.01.2022**

-
- (21) N° Dépôt : **49533**
- (22) Date de Dépôt : **10.04.2020**
- (71) Demandeur(s) : **CHAAIR HASSAN, HAY EL QODS N°599 MOHAMMEDIA (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **CHAAIR HASSAN ; EI GHANEMY Radouane**
- (74) Mandataire : **SMANI MOHAMED**

-
- (54) Titre : **Procédé et système de traitement de lixiviats et procédé et système de production d'un ionomère coagulant mis en oeuvre dans ce procédé de traitement**
- (57) Abrégé : Ce procédé de traitement de lixiviat comprend une étape de coagulation des polluants dans le lixiviat, et une étape de filtration du lixiviat ainsi traité. L'étape de coagulation met en oeuvre un ionomère réactif qui est mélangé avec le lixiviat dans un réacteur de traitement. Elle vise également un procédé d'élaboration d'un ionomère actif pour le traitement de lixiviat. De façon caractéristique, on prépare l'ionomère à partir de l'hydroxyde de calcium/et ou de la chaux, de l'argile et/ou de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau potable, de charbon et d'un réactif contenant du fer et/ou de l'aluminium. Ce procédé s'applique de façon générale au traitement des effluents aqueux contenant des polluants, plus particulièrement au traitement des lixiviats générés par les centres de stockage de déchet ménager et assimilé.

ABREGE DE L'INVENTION

Ce procédé de traitement de lixiviat comprend une étape de coagulation des polluants dans le lixiviat, et une étape de filtration du lixiviat ainsi traité. L'étape de coagulation met en œuvre un ionomère réactif qui est mélangé avec le lixiviat dans un réacteur de traitement. Elle vise également un procédé d'élaboration d'un ionomère actif pour le traitement de lixiviat.

De façon caractéristique, on prépare l'ionomère à partir de l'hydroxyde de calcium/et ou de la chaux, de l'argile et/ou de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau potable, de charbon et d'un réactif contenant du fer et/ou de l'aluminium.

Ce procédé s'applique de façon générale au traitement des effluents aqueux contenant des polluants, plus particulièrement au traitement des lixiviats générés par les centres de stockage de déchet ménager et assimilé.

Voir Figure 1

Procédé et système de traitement de lixiviats et procédé et système de production d'un ionomère coagulant mis en œuvre dans ce procédé de traitement

5

Inventeurs : Hassan CHAAIR, El GHANEMY Radouane

DOMAINE DE L'INVENTION

10 L'invention concerne un procédé de traitement de lixiviats. Elle vise également un système de traitement de lixiviat mettant en œuvre ce procédé, ainsi qu'un procédé et système de production d'un ionomère coagulant mis en œuvre dans ce procédé de traitement.

ETAT DE LA TECHNIQUE

15

Les lixiviats des centres de stockage de déchet ménager et assimilé résultent de la percolation des eaux à travers le massif de déchet, enfouis. Ils constituent un effluent très délicat à traiter, du fait de la complexité de leurs compositions et de leurs variations temporelles. Cette difficulté de traitement en fait une problématique quotidienne pour les exploitants des centres de stockage des déchets ménager et assimilé et pose un problème d'actualité scientifique, à l'échelle internationale.

20

S'il y a quelque temps, les lixiviats se prêtaient à l'épuration biologique seule ou combinée à d'autre procédés, il semble certain aujourd'hui qu'en raison du caractère de plus en plus stabilisé des Lixiviats, ce traitement biologique seul n'est plus suffisant pour rejeter des effluents éco-

25

compatibles. Ceci est d'autant plus vrai que les prescriptions de rejet sont de plus en plus contraignantes sous la pression des réglementations, aux niveaux national et international. Parallèlement au traitement biologique, plusieurs filières de traitement de Lixiviat ont évolué avec l'intégration de nouvelles techniques : traitement par lagunage, procédé contrôlé aérobie et anaérobie, procédé physico-chimique, précipitation chimique, ... etc. Tous ces procédés

30

présentent des avantages et des inconvénients. L'inconvénient majeur de ces procédés est leur inaptitude de s'adapter à la complexité et à la variabilité de lixiviat. En outre le taux d'abattement des paramètres globaux tels que DCO (Demande Chimique en Oxygène), DBO (Demande Biochimique en Oxygène), MES (Matière organique dissoute), bactéries, virus, etc, obtenu après traitement, reste faible et n'excède pas les 60 %.

35

D'autres procédés ont été développés, notamment des procédés membranaires tels que des procédés par osmose inverse. Ces procédés s'avèrent les plus répandus dans de nombreux pays d'Europe de l'ouest, France, Allemagne, Italie... Toutefois, le traitement direct ou combiné, au traitement biologique, à l'échelle industrielle des lixiviats par osmose inverse, connaît des

limitations majeures en termes de colmatage de la membrane, de génération d'odeurs désagréables, de coût élevé de traitement relatif à la consommation énergétique et au changement régulier des membranes, et de présence des rejets très dangereux (concentrât), qui nécessite un traitement supplémentaire tel que le procédé Evalix®, ce qui engendre une

5 augmentation excessive du coût de traitement et du dégagement de rejets gazeux toxiques.

Aujourd'hui, le recours à des nouveaux procédés de traitement de Lixiviat semble indispensable. Le document **US4,765,908** divulgue une composition de traitement et un procédé sont fournis pour éliminer une pluralité de contaminants d'un déchet système ter sous la forme d'une boue non lixiviable. La composition de traitement comprend un alcalin ou alcalin carbonate ; la

10 montmorillonite activée, un catalyseur, tel que comme zirconium et polyélectrolyte ; un ou plusieurs flocculants comme le sel métallique et l'oxyde de calcium, la chaux ou hydroxyde de calcium ; et de la bentonite. De plus, le La composition de traitement peut contenir de la soude, du lignite, et du charbon actif. La composition de traitement est introduite et mélangée aux eaux usées, ce qui est puis filtré pour produire une boue contenant les contaminants sous une forme

15 non lixiviable.

Le document **MA37861A1** divulgue un procédé d'élaboration d'un coagulant pour le traitement de lixiviat, dans lequel on prépare une matière première contenant de l'argile et/ou de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau potable, de la chaux et d'un minerai contenant du fer et/ou de l'aluminium. Ce procédé s'applique de façon générale au traitement des effluents aqueux

20 contenant des polluants, plus particulièrement aux lixiviats générés par les centres de stockage de déchet ménager et assimilé. L'invention concerne un procédé d'élaboration d'un-coagulant qui peut être utilisé en particulier pour le traitement des lixiviats de centre de stockage des déchets ménagers et assimilés.

Les filières traditionnelles de traitement qui ont consisté en une dégradation biologique du

25 lixiviat et/ou à des traitements physico-chimiques, ne parviennent plus à traiter suffisamment ces effluents. L'explication est liée d'une part au vieillissement de la plupart des lixiviats des centres de stockages, ce qui entraîne la formation des lixiviats de plus en plus stabilisés et donc de moins en moins biodégradables, et d'autre part au durcissement permanent des exigences réglementaires de rejet vers le milieu naturel.

30 On utilise actuellement du sulfate de fer, du chlorure ferrique, du polychlorure d'aluminium. L'inconvénient de ces coagulants est qu'ils ne peuvent traiter des lixiviats. En effet, l'ion Ferreux positif ne réagit qu'avec des ions négatifs. Les lixiviats sont des milieux très riches avec des composés métalliques, des métaux lourds, des composés phénoliques, et toutes sortes de bactéries.

35 Par ailleurs, les DCO au Maghreb peuvent atteindre 110000 mg/litre, alors qu'en Europe les DCO sont aux alentours de 3000 mg/litre. Il s'agit donc de développer un procédé de traitement qui puisse s'appliquer à toutes sortes de lixiviat, plus efficace mais également plus flexible, en

termes de rejet, de reproductibilité et de variabilité de l'effluent, que les procédés de traitement actuels.

La présente invention a ainsi pour objectif de fournir un procédé permettant de surmonter les inconvénients de l'art antérieur en termes de traitement de lixiviat des centres de stockage de
5 déchets ménagers et assimilés.

EXPOSE DE L'INVENTION

Cet objectif est atteint avec un procédé pour traiter un lixiviat incluant de l'eau et des matières
10 en suspension, comprenant une étape de coagulation desdites matières en suspension dans ce lixiviat et une étape de filtration de l'eau ainsi traitée.

Suivant l'invention, l'étape de coagulation met en œuvre un ionomère réactif qui est mélangé avec le lixiviat dans un réacteur de traitement, de façon à délivrer d'une part une eau clarifiée répondant à des normes prédéterminées de rejet, et d'autre part des boues contenant lesdites
15 matières coagulées.

La présente invention est particulièrement adaptée à des lixiviats incluant de l'eau, des matières organiques dissous (MES), des micropolluants organiques, des composés minéraux sous forme ionique, des métaux lourds, des acides volatils, des produits soufrés, des dérivés phénoliques, des acides aminés, des acides carboxyliques et des virus des bactéries.

20 Le procédé de traitement selon l'invention peut en outre comprendre une étape de floculation des matières coagulées, comprenant un ajout d'un agent flottateur, ainsi qu'une étape de décantation de l'eau traitée.

Cette étape de décantation peut comprendre une étape d'ajout d'un agent polymère d'accélération de décantation.

25 Suivant un autre aspect de l'invention, il est proposé un système de traitement d'un lixiviat, mettant en œuvre le procédé de traitement selon l'invention, ce système comprenant une unité de traitement physico-chimique, implémentant une coagulation suivie d'une décantation.

Ce système de traitement selon l'invention peut en outre comprendre, en aval de l'unité de traitement physico-chimique, une unité de traitement d'affinage.

30 Cette unité de traitement d'affinage peut avantageusement comprendre une unité de filtration composée de deux postes de filtration : un poste de filtration spécifique composé de plusieurs colonnes garnies par des matériaux spécifiques, et un poste de filtration membranaire, et en aval de ce poste de filtration, un réacteur de désinfection.

L'unité de traitement physico-chimique comporte une cuve de préparation d'ionomère, une cuve
35 de distribution d'ionomère, une cuve de stockage de lixiviat, et un réacteur de traitement.

La cuve de préparation de coagulant peut comprendre plusieurs chicanes et un système agitateur, de façon à procurer une homogénéisation dudit coagulant.

La cuve de distribution d'ionomère est disposée en aval de la cuve de préparation d'ionomère et comprend plusieurs chicanes et un système agitateur.

La cuve de stockage de lixiviat peut être agencée pour recevoir le lixiviat par gravité.

Le réacteur de traitement peut être agencé pour recevoir, d'une part, du lixiviat par pompage
5 depuis la cuve de stockage de lixiviat, et d'autre part, du coagulant en provenance de la cuve de distribution d'ionomère.

L'unité de traitement physico-chimique peut en outre avantageusement comprendre une pompe doseuse pour introduire une quantité prédéterminée d'ionomère dans le réacteur de traitement.

L'unité de traitement physico-chimique peut en outre comprendre, en aval du réacteur de
10 traitement, un réservoir tampon pour stocker le lixiviat prétraité.

Suivant encore un autre aspect de l'invention, il est proposé un procédé pour produire un agent coagulant prévu pour être mélangé avec un lixiviat, comprenant les étapes suivantes :

- on réalise un mélange initial entre de l'argile et/ou de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau et d'un composé contenant du fer et/ou de l'aluminium,
- 15 - on ajoute audit mélange initial de la chaux et/ou de l'hydroxyde de calcium pour former un produit intermédiaire,
- on effectue un traitement thermique dudit produit intermédiaire, en vue d'obtenir un ionomère réactif.

Ce procédé de production est particulièrement adapté pour toute sorte de lixiviats, jeunes ou
20 stabilisés, de différentes décharges incluant de l'eau, des matières organiques dissoutes (MES), des micropolluants organiques, des composés minéraux sous forme ionique, des métaux lourds, des acides volatils, des produits soufrés, des dérivés phénoliques, des acides aminés, des acide carboxyliques, des virus et des bactéries.

Lorsque le procédé de production selon l'invention met en œuvre de la boue résultant d'une
25 filière de traitement d'eau, cette boue peut être traitée chimiquement par une attaque acide avec chauffage initial, en vue de former un produit contenant des sels de fer, des sels d'aluminium ou leur mélange.

Le procédé de production selon l'invention peut en outre comprendre une étape pour ajouter au produit intermédiaire et/ou à l'ionomère réactif un poly-électrolyte.

30 Suivant encore un autre aspect de l'invention, il est proposé un système pour produire un ionomère agent coagulant prévu pour être mélangé avec un lixiviat incluant par exemple de l'eau, des matières organiques dissoutes (MES), des micropolluants organiques, des composés minéraux sous forme ionique, des métaux lourds, des acides volatiles, des produits soufrés, des dérivés phénoliques, des acides aminés, des acide carboxyliques, des virus et des bactéries,
35 ...etc, de façon à coaguler lesdits polluants, mettant en œuvre le procédé de production selon l'invention, ce système comprenant:

- des moyens pour mélanger initialement de l'argile et/ou de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau et un composé contenant du fer et/ou de l'aluminium,
- des moyens pour ajouter audit mélange initial de la chaux et/ou de l'hydroxyde de calcium pour former un produit intermédiaire,
- 5 - des moyens pour traiter thermiquement ledit produit intermédiaire, en vue d'obtenir un ionomère réactif.

Le système de production selon l'invention, lorsqu'il met en œuvre comme produit de base de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau, peut en outre comprendre des moyens pour soumettre cette boue à une attaque acide et des moyens pour traiter thermiquement cette boue,
10 en vue de former un produit contenant des sels de fer, des sels d'aluminium ou leur mélange. Ce système de production peut en outre comprendre des moyens pour ajouter au produit intermédiaire et/ou à l'ionomère réactif un poly-électrolyte.

Un ionomère est un copolymère thermoplastique réticulé ioniquement. La réticulation améliore la cohésion du polymère et la conductivité électrique. Dans un ionomère, une faible proportion
15 de motifs de répétition porte des groupes ioniques et/ou ionisables. Le pontage ionique entre chaînes est formé par des cations bivalents tels Fe^{++} , Ca^{++} et Mg^{++} et des cation trivalents tels Al^{3+} .

Tout ou partie des atomes de l'ionomère réactif mis en œuvre dans le procédé de traitement de lixiviat selon l'invention sont actifs, et l'indice de part des atomes actifs de l'ionomère est
20 supérieur à zéro.

Par rapport à l'état antérieur de la technique de traitement de lixiviat, selon lequel on prépare l'ionomère soit par l'hydroxyde de calcium, chlorure ferrique, sulfate ferrique, sulfate d'aluminium, hydroxyde d'aluminium, biofloculant, hydroxyde de calcium et sulfate ferrique, hydroxyde de calcium et aluminium sulfate, sulfate ferrique et aluminium sulfate, aluminium
25 sulfate et chlorure ferrique, sulfate ferrique et l'alumine, on propose dans la présente invention un procédé d'obtention d'un ionomère réactif qui se distingue par le fait qu'on obtient un produit de haute performance et généralisable à l'ensemble des lixiviats de différents centre de stockage de déchet ménager et assimilé.

Selon l'invention, ce procédé d'élaboration d'un produit très réactif offre la meilleure fiabilité
30 face à la complexité et à la forte variabilité qualitative et quantitative des lixiviats de différents centres de stockage de déchet ménager et assimilé.

Selon l'invention, ce procédé d'élaboration d'un produit réactif offre un meilleur taux d'abattement des paramètres globaux tels que DCO, DBO_5 , MES, ... etc, des lixiviats de différents centres de stockage de déchet ménager et assimilé.

35 De préférence, le coagulant comporte un ou plusieurs sels simples ou composés, parmi le groupe formé des sels de fer et des sels d'aluminium.

Selon l'invention, les boues obtenues après traitement de Lixiviat, doivent subir une déshydratation et un traitement thermique.

Selon l'invention, les boues traitées thermiquement ne relarguent aucun produit toxique en présence d'eau, par conséquent elles peuvent être rejeté directement dans des casiers de centres
5 de stockage de déchet.

Ainsi, on comprend que l'ionomère fabriqué selon l'invention peut trouver bon nombre de débouchés dans le domaine du traitement de Lixiviat.

Ce ionomère peut également trouver des utilisations dans d'autres domaines, tel que le domaine du traitement des boues, des déchets hospitaliers, de déchets toxiques des eaux usées et /ou
10 industrielles.

En comparaison avec les procédés actuels de traitement des lixiviat, la mise en œuvre du présent procédé a notamment pour avantage d'être généralisable à l'ensemble des lixiviat pour l'ensemble des centres de stockage de déchet ménager et assimilé.

Les principaux avantages du procédé de traitement selon l'invention sont les suivants :

- 15 - le taux d'élimination des matières en suspension MES est supérieur à 95 %,
- le taux d'abattement de DCO est supérieur à 95 %,
- les performances permettent l'obtention d'une eau clarifiée, répondant aux normes de rejet relatives aux rejets indirects et apte à être réutilisée,
- le système de traitement présente un design compact, modulable et flexible, capable
20 de traiter des débits variables et de large variation de la charge polluante,
- on constate un faible coût d'investissement et d'exploitation par rapport aux procédés connus actuellement, comme l'ultrafiltration, l'osmose inverse, en termes d'énergie, de réactifs chimiques et de main d'œuvre,
- la mise en œuvre pratique du procédé de traitement selon l'invention ne nécessite
25 pas une compétence particulière.

DESCRIPTION DES FIGURES

On comprendra mieux l'invention en se référant aux figures suivantes :

- 30 - la figure 1 est un schéma synoptique d'un système de traitement de lixiviat utilisant le produit issu du procédé d'élaboration selon l'invention ;
- la figure 2 est un schéma synoptique d'une unité de traitement physico-chimique mise en œuvre dans un système de traitement de traitement de lixiviat selon l'invention ; et
- la figure 3 est un schéma synoptique d'un système de production d'un ionomère actif
35 selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

On va maintenant décrire, en référence aux figures 1 et 2, un exemple pratique de réalisation d'un système de traitement de lixiviat selon l'invention, en même temps que le procédé de traitement mis en œuvre dans ce système.

Le système de traitement de lixiviat 2 comprend deux unités :

- une unité de traitement physico-chimique 5, implémentant une étape de coagulation suivie d'une décantation.
- une unité de traitement d'affinage 6 intégrant un poste de filtration composé de deux postes de filtration : poste de filtration spécifique 4 composé de plusieurs colonnes 24,25 garnies par des matériaux spécifiques et poste de filtration membranaire 22.

Les effluents ainsi traités E sont clarifiés et puis ils peuvent être rejetés directement ou indirectement ou réutilisés pour des opérations telles que l'arrosage, le nettoyage des équipements de la décharge pourvue de ce système de traitement.

Le lixiviat L, qui arrive en entrée de l'unité de traitement 5, est stocké dans un réservoir de stockage amont 28, puis arrive en entrée de l'unité de traitement physico-chimique 5.

L'unité de traitement physico-chimique 5 comporte, en référence à la figure 2, une cuve 70 de stockage de lixiviat, une cuve 50 de préparation d'ionomère, une cuve 60 de distribution d'ionomère, un réacteur de traitement 80-81, une cuve 82 de stockage d'un coagulant usuel et une cuve 90 de stockage de lixiviat prétraité.

L'ionomère I est préparé dans une cuve cylindrique 50 en inox 316L, à partir de laquelle on va alimenter la cuve 60 de distribution d'ionomère, selon le niveau de cette dernière.

La cuve de préparation d'ionomère 50 est munie de 4 chicanes 51 et d'un système d'agitation 52 pour assurer une bonne homogénéisation du produit.

La cuve de distribution d'ionomère 60 est une cuve cylindrique en inox 316L, munie de 4 chicanes 61 et d'un système d'agitation 62. Le niveau d'ionomère dans la cuve de distribution 60 est contrôlé par un capteur de niveau 63 prévu pour les alarmes nécessaires (niveau minimal - niveau maximal).

Le lixiviat L arrive par gravité ou pompage jusqu'à l'unité de traitement 5 et est stocké dans une cuve 70, à partir de laquelle on va pomper le lixiviat L vers un premier étage 80 du réacteur de traitement.

La cuve de stockage de lixiviat 70 est de forme rectangulaire ou cylindrique, fermé à la partie supérieure. Il est fait en béton armé ou autre matériau qui résiste à l'agressivité de lixiviat. Le niveau du lixiviat L dans cette cuve de stockage est contrôlé par un capteur de niveau 73 équipé pour les alarmes nécessaires (niveau minimal - niveau maximal).

L'alimentation en lixiviat L de l'unité de traitement physico-chimique est assurée par une pompe 71 avec un variateur de fréquence permettant de contrôler/varier le débit d'alimentation de façon

simple. Cette pompe 71 introduit un débit régulier et contrôlé du lixiviat dans le réacteur de traitement qui est une cuve cylindrique, en inox 316 L.

Dans le premier étage réacteur 80, le lixiviat L est mélangé avec un coagulant spécifique I, pour produire la déstabilisation ionique des colloïdes, et donc la coagulation des solides en suspension, des métaux lourds et de certaines particules qui vont précipiter.

L'ionomère I est introduit dans le réacteur par une pompe doseuse 64, pour contrôler la quantité d'ionomère à introduire.

A la sortie du premier étage réacteur 80, le liquide entre dans le second étage réacteur 81 pour subir un second traitement physico-chimique, soit par ajout au moyen d'une pompe doseuse 83 de sulfate d'aluminium ou d'aluminate de sodium ou de chlorure d'aluminium ou de polychlorure d'aluminium ou d'hydroxyde d'aluminium ou de charbon actif ou de chlorure ferrique ou de sulfate ferrique ou de sulfate ferreux, soit par oxydation avancée photochimique ou électrochimique.

Le liquide prétraité est de $\text{pH} = 7$ et ce liquide est acheminé vers un réservoir tampon 90 qui est de forme rectangulaire ou cylindrique, fermé à la partie supérieure. Il est fait en béton armé ou autre matériau inerte.

Le lixiviat prétraité LP est pompé depuis le réservoir tampon 90 et envoyé vers l'unité de filtration.

En référence à la figure 1, l'unité de filtration est composée de deux postes de filtration, poste de filtration spécifique 4 de plusieurs colonnes de filtration 24,25, fermé à la partie supérieure, qui sont garnies en matériaux spécifiques et disposées de façon appropriée permettant d'opérer un affinage progressif des effluents E. Le garnissage a pour fonction d'effectuer l'oxygénation, l'élimination des bactéries, l'adsorption des matières organiques ainsi que la filtration, poste de filtration membranaire 22 pour l'élimination des chlorures et la réduction de la conductivité,

A la sortie de l'unité de filtration, l'eau est envoyée vers dans un réacteur de désinfection 27 pour qu'il subisse une désinfection par UV ou par l'injection d'eau de javel 48° chlorométrique. L'injection d'eau de javel est effectuée au moyen d'une pompe doseuse 29 à partir d'un réservoir d'eau de javel 7.

A la sortie du réacteur de désinfection 27, le liquide est stocké dans un réservoir à eau 30 ou rejeté directement dans le milieu naturel. Ce réservoir à eau est de forme rectangulaire ou cylindrique. Il est fait en béton armé ou autres matériaux inertes.

Le procédé de traitement de lixiviat comporte en outre une unité de traitement des boues. L'unité de traitement des boues est composée d'une unité de déshydratation des boues et une unité de traitement thermique 23, et une gestion des solides de rejet résultants S.

L'objectif de la déshydratation des boues B est l'élimination de l'eau. Pour cela, les boues décantées sont pompées vers un bassin des boues couvert. Elles sont ensuite traitées dans une station de traitement des boues, qui permet de réduire au maximum le contenu d'eau des boues

afin d'en réduire le volume. Cette gestion des solides des rejets, est absolument nécessaire pour éviter leur lixiviation incontrôlée. Les boues déshydratées sont ensuite séchées à l'air ou dans un séchoir, puis sont acheminées vers un casier de stockage des boues. Le traitement thermique des boues peut être effectué à une température supérieure à 200°C.

- 5 Le contrôle de toutes les vannes, pompes, débits, pH, niveau des boues, saturation de poste de filtration, dosage du coagulant, dosage, de l'acide, dosage du chlore, et moteurs électriques et pneumatique qui composent le système de traitement de lixiviat selon l'invention via un panneau de contrôle unique doté d'un automate programmable.

10 Le lixiviat qui va être soumis à ce traitement présente en général des caractéristiques physico-chimiques et biologiques, avec des valeurs qui dépassent largement les limites autorisées pour des rejets indirects, comme l'illustrent les données du tableau 1 pour un exemple pratique de réalisation d'un système de traitement de lixiviat selon l'invention au Maroc.

15 L'eau obtenue après traitement de ce lixiviat par le procédé de traitement selon l'invention doit répondre aux normes relatives aux rejets indirects, comme l'illustre les données du tableau 2 pour un exemple pratique de réalisation d'un système de traitement de lixiviat selon l'invention au Maroc.

Tableau 1 : Analyse de lixiviat avant traitement et après traitement

Paramètre	Unité	Lixiviat brut	Lixiviat traité	VLRD*
Température	°C	25	25	30
PH	-	7,83	7,22	6,5-9
MES	mg.L ⁻¹	500	23	50
DCO	mgO ₂ .L ⁻¹	13 780	257	500
DBO5	mgO ₂ .L ⁻¹	4000	<5	10
Salmonelles / 5000 ml	-		Absence	Absence
Vibrion chlorique / 5000ml	-		Absence	Absence
Azote Total Nt	mg.L ⁻¹	2 318	1.45	30
Phosphor Total	mg.L ⁻¹	10,56	1,11	10
Aluminium	mg.L ⁻¹	0,819	0.045	10
Huile et graisses	mg.L ⁻¹	30,3	9	30
Sulfur	mgO ₂ .L ⁻¹		<0.1	1
Chrome Cr total	mg.L ⁻¹	0,336	0.024	2
Cr Hexavalent	mg.L ⁻¹		0.015	0,2
Plomb Pb	mg.L ⁻¹	0,0029	<0.005	0,5
Zinc Zn	mg.L ⁻¹	0.62	0.03	5
Cuivre total	mg.L ⁻¹	0.09	<0.01	
Fer	mg.L ⁻¹	21,91	<0.01	3
Cadmium Cd ²⁺	mg.L ⁻¹	0.001	<0.0002	
Mercuré total	mg.L ⁻¹	8	0.65	50

20

*VLRD : valeurs limites de rejets directs

Tableau 2 : Valeurs limites générales de rejets des eaux usées directes et indirects

Paramètres	Valeurs limites générales de rejet dans le milieu naturel	Valeur limites générales de rejet de eaux usées industrielles dans les réseaux publics d'assainissement
Température °C	30	35
pH	6.5-9	6.5-9
MES mg/l	50	600
Azote Kjeldahlmg N/l	30	30
Phosphore totale mgP/l	10	20
DCO mg O ₂ /l	500	1000
BDOS mg O ₂ /l	100	500
Chlore actif (Cl ₂) mg/l	0.2	3
Dioxyde de carbone (CO ₂) mg/l	0.05	
Aluminium (AL) mg/l	10	10
Détergents (anioniques, cationiques et ioniques) mg/l	3	3
Conductivité uS/cm	2700	
Salmonelles /5000ml	Absence	Absence
Vibrions cholérique / 5000 ml	Absence	Absence
Cyanure libres (CN-) mg/l	0.1	0.5
Sulfates mg/l		600
Sulfures libres (S ₂ -) mg/l	1	1
Fluorures (F-) mg/l	15	15
Indice de phénols mg/l	0.3	5
Hydrocarbures par infrarouge mg/l	10	20
Huiles et graisses mg/l	30	50
Antimoine (Sb) mg/l	0.3	0.3
Argent (Ag) mg/l	0.1	0.1
Arsenic (As) mg/l	0.1	0.5
Baryum (Ba) mg/l	1	1
Cadmium (SD) mg/l	0.2	0.5
Cobalt (CO) mg/l	0.5	1
Cuivre total (CU) mg/l	0.5	1
Mercuré total (Hg) mg/l	0.05	0.01
Plomb total Pb) mg/l	0.5	0.5
Chrome total (Cr) mg/l	2	2
Chrome hexavalent (Cr ⁶⁺) mg/l	0.2	0.2
Etain total (Sn) mg/l	2	2
Manganèse (Mg) mg/l	1	2
Nickel (Ni) mg/l	0.5	1
Sélénium (Se) mg/l	0.1	1
Zinc total (Zn) mg/l	5	2
Fer (Fe) mg/l	3	3
AOX	5	5

On va maintenant décrire, en référence à la figure 3, un exemple particulier de réalisation d'un système 1 pour produire de l'ionomère réactif utilisé dans le procédé de traitement selon l'invention.

Un produit de base A, tel que de l'argile ou de la boue provenant d'une station de traitement d'eau usée est stocké dans un réservoir 10. Ce produit de base A est injecté au moyen d'une pompe 11 dans une trémie 12 qui verse ce produit A dans un système mélangeur 13 qui reçoit également un premier réactif R1 sortant d'un réservoir de réactif 14. Ce premier réactif R1 est par exemple un composé contenant du fer et/ou de l'aluminium, tel que le chlorure ferrique, le sulfate ferrique, le sulfate ferreux, le sulfate d'aluminium, hydroxyde d'aluminium, le chlorure d'aluminium, l'alumine de sodium, le polychlorure d'aluminium

Le système mélangeur 13 est par exemple du type à vis sans fin. Le mélange initial MI qui en est issu est ensuite recueilli par un système de réception 15 puis injecté via une pompe 33 dans une trémie 16 à l'extrémité de laquelle on injecte un second réactif R2 contenu dans un réservoir 18. Ce second réactif R2 est par exemple de la chaux et/ou de l'hydroxyde de calcium ou du carbonate de calcium. On obtient un produit intermédiaire PI.

Ce produit intermédiaire PI est introduit dans un four 17, électrique ou à un gaz chauffé à une température comprise entre 250 et 350 °C, de façon à obtenir un ionomère réactif IR auquel on

ajoute un troisième réactif R3, tel qu'un poly-électrolyte à partir d'un réservoir de réactif 19, tel que Silice active, Amidon, Alginate, Polysaccharides, Polyélectrolyte anionique, Polyélectrolyte cationique. Polyélectrolyte neutre.

L'ajout de cet additif à l'ionomère réactif IR est réalisé dans un système récepteur 20. Le mélange résultant est alors injecté dans un broyeur 31 qui délivre un coagulant C que l'on stocke dans une cuve de stockage 32.

Des essais préliminaires ont été réalisés en Jar-test sur du lixiviat mature de différentes décharges de déchets ménagers et assimilés, en introduisant l'ionomère réactif dans le lixiviat sous forme poudre ou liquide. Les durées et les vitesses d'agitation sont : 5 mn d'agitation rapide à 300 tr.mn⁻¹ suivies de 30 mn d'agitation lente à 30 tr.mn⁻¹ puis décantation. Un exemple de résultats expérimentaux est présenté dans le tableau 1. Le taux d'abattement obtenus de la DCO, de la DBO et de la MES sont supérieurs à 95 %.

Les boues obtenues après traitement du lixiviat ont été déshydratées et séchées, puis remises dans l'eau pendant plusieurs jours sous agitation, afin d'étudier leur relargage dans le temps. L'analyse de l'eau de lixiviation (tableau 3), montre que les boues ainsi traitées ne relarguent aucun composé toxique. Ainsi elles peuvent être rejetées directement dans le sol sans constituer de danger pour l'environnement, ce qui confirme l'efficacité du procédé de traitement selon l'invention

La présente invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux autres modes de réalisation peuvent être envisagés sans sortir du cadre de la présente invention. Ainsi, on peut prévoir qu'un même système de traitement de lixiviat selon l'invention comprenne plusieurs réacteurs de traitement et que son poste de filtration spécifique comprenne un nombre variable de colonnes de filtration. Par ailleurs, les dimensions respectives des différentes cuves et différents réservoirs mis en œuvre dans les systèmes de traitement et de production selon l'invention peuvent varier en fonction des débits de traitement envisagés.

Tableau 3 : Analyse de la lixiviation des boues

Paramètre	Unité	Fraction relarguée boue
DCO	mgO ₂ .l ⁻¹	2.35
DBO5	mgO ₂ .l ⁻¹	1.32
Métaux lourds	mg.l ⁻¹	0.11


REVENDICATIONS

1. Procédé pour traiter un lixiviat (L) incluant de l'eau et des matières en suspension, comprenant une étape de coagulation desdites matières en suspension dans ledit lixiviat (L),
5 et une étape de filtration de l'eau ainsi traitée, caractérisé en ce que l'étape de coagulation met en œuvre un ionomère réactif (IR) qui est mélangé avec ledit lixiviat (L) dans un réacteur de traitement (80), de façon à délivrer d'une part une eau clarifiée répondant à des normes prédéterminées de rejet, et d'autre part des boues (B) contenant lesdites matières coagulées
- 10 2. Procédé de traitement selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un traitement thermique des boues (B).
3. Système (2) de traitement d'un lixiviat (L), mettant en œuvre le procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une unité
15 de traitement physico-chimique (5), implémentant une coagulation suivie d'une décantation, et une unité de traitement d'affinage (6).
4. Système (2) de traitement selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'unité de traitement d'affinage (6) comprend un poste de filtration spécifique (4) composé de plusieurs colonnes
20 (24,25) garnies par des matériaux spécifiques, et un poste de filtration membranaire (22) et un réacteur de désinfection (27).
5. Système (2) de traitement selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que l'unité de traitement physico-chimique (5) comporte une cuve ou bassin de stockage
25 de lixiviat (70), une cuve de préparation d'ionomère (50), une cuve de distribution de coagulant (60), un réacteur de traitement (80,81) et un réservoir tampon (90) pour stocker le lixiviat prétraité en sortie dudit réacteur (80,81).
6. Procédé pour produire un ionomère agent coagulant (I) prévu pour être mélangé avec un
30 lixiviat (L), ledit ionomère étant mis en œuvre dans le procédé de traitement de lixiviat selon l'une des revendications 1 ou 2, ce procédé comprenant les étapes suivantes :
 - on réalise un mélange initial (MI) entre de l'argile (A) et/ou de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau et d'un composé (R1) contenant du fer et/ou de l'aluminium,
 - 35 - on ajoute audit mélange initial (MI) de la chaux et/ou de l'hydroxyde de calcium pour former un produit intermédiaire (PI),
 - on effectue un traitement thermique dudit produit intermédiaire (PI), en vue d'obtenir un ionomère réactif (IR).

7. Procédé de production selon la revendication 6, mettant en œuvre de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau, caractérisé en ce que cette boue est soumise à une attaque acide avec chauffage initial, en vue de former un produit contenant des sels de fer, des sels d'aluminium ou leur mélange.
- 5
8. Système (1) pour produire un ionomère agent coagulant (I) prévu pour être mélangé avec un lixiviat (L) incluant de l'eau et des polluants de façon à coaguler lesdits polluants, mettant en œuvre le procédé de production selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, ce système (1) comprenant :
- 10
- des moyens (13) pour mélanger initialement de l'argile (A) et/ou de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau et un composé contenant du fer et/ou de l'aluminium,
 - des moyens pour ajouter audit mélange initial (MI) de la chaux et/ou de l'hydroxyde de calcium (R2) pour former un produit intermédiaire (PI),
- 15
- des moyens (17) pour traiter thermiquement ledit produit intermédiaire (PI), en vue d'obtenir un ionomère réactif (IR).

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

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 49533	Date de dépôt : 10/04/2020
Déposant : CHAAIR HASSAN	
Intitulé de l'invention : Procédé et système de traitement de lixiviats et procédé et système de production d'un ionomère coagulant mis en œuvre dans ce procédé de traitement	
Classement de l'objet de la demande : CIB : C02F1/52 CPC : C02F1/5245	
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 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 : 10/01/2022
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
9
- 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 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-9	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1-9	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1-9	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : MA37861(A1)
D2 : GB826770A
D3 : WO2007110547A2

1. Nouveauté

Aucun des documents susmentionnés ne décrit les mêmes caractéristiques techniques telles que décrites dans les revendications 1-9, 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

Le document D1 qui est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 6 décrit un procédé pour la préparation d'un produit coagulant et son utilisation dans un procédé de traitement des lixiviats des centres de stockage des déchets ménager et des eaux usées industrielles, ledit procédé comprend les étapes suivantes :

- préparation d'un mélange initial entre l'argile et/ou de la boue résultant d'une filière de traitement d'eau potable et de la poudre d'un minerai contenant du fer et/ou de l'aluminium
- ajouter au mélange initial de la chaux pour former un produit intermédiaire « poly-électrolyte»
- effectuer un traitement thermique du produit intermédiaire « poly-électrolyte» en vue d'obtenir un produit actif.

L'objet de la revendication 6 diffère de D1 en ce que ledit procédé comprend une étape d'ajout d'un ionomère réactif (IR) d'un troisième réactif (R3), puis on injecte le mélange résultant dans un broyeur délivrant l'ionomère agent coagulant (I).

L'effet technique est la fiabilité face à la complexité et à la forte variabilité des lixiviats de différents centres de stockage de déchets.

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

La solution proposée n'est pas évidente car aucun document de l'art antérieur ne divulgue ni suggère l'utilisation d'un ionomère réactif dans un procédé de traitements des lixiviats. Les ionomères sont généralement utilisés dans la préparation des adhésifs, membranes thermoplastiques.

Par conséquent, l'objet de la revendication 6 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 de D1-D3.

Les revendications 7-9 dépendent de la revendication 6 et satisfont donc en tant que telles aux exigences concernant activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 au vu de D1-D3.

La revendication indépendante 1 et 3 concerne respectivement un procédé et système de traitement des lixiviats par l'ionomère réactif (IR) produit par le procédé décrit dans la revendication 6. Par conséquent, l'objet de celles-ci 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 de D1-D3.

Les revendications 2 et 4-5 dépendent respectivement de la revendication 1 et 3, satisfont donc en tant que telles aux exigences concernant activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 au vu de D1-D3.

3. Application industrielle

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.