



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 37226 B1** (51) Cl. internationale : **C04B 28/22; C02F 11/00**
- (43) Date de publication : **30.09.2016**

- 
- (21) N° Dépôt : **37226**
- (22) Date de Dépôt : **18.07.2014**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE HASSAN II-MOHAMMEDIA, BP. 150, AVENUE HASSAN II MOHAMMEDIA (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **alikouss saida**
- (74) Mandataire : **HANANE NAHID**

---

(54) Titre : **PROCEDE D'ATTENUATION DU PHENOMENE DU DRAINAGE MINIER ACIDE PAR UTILISATION DU MELANGE DE POUSSIERES DE FOUR DE CIMENERIE ET DE CENDRES VOLANTS**

(57) Abrégé : Cette invention concerne l'utilisation d'un mélange de poussières de four de cimenterie (Cement Kiln Dust : CKD), et de cendres volantes des centrales thermiques (Fly Ash : FA) pour l'atténuation du phénomène du drainage minier acide généré dans les parcs à résidus. Les propriétés physico-chimiques et hydrauliques des CKD et des FA les prédisposent à être utilisés comme produits d'amendement et/ou de couverture dans le but de stabiliser les rejets miniers en vue de protéger les ressources hydriques, la flore et la faune. miniers en vue de protéger les ressources hydriques, la flore et la faune. Le protocole est basé sur l'utilisation d'un mélange constitué de 80% de CKD et de 20% de FA en tant qu'amendement et couverture des résidus miniers. La couche amendée composée de 2/3 de résidus miniers et 1/3 du mélange des CKD et des FA à raison de 80% de CKD et 20% de FA. La couche couverture composée du mélange de 80% de CKD et 20% de FA se comportera comme barrière empêchant l'infiltration des lixiviats et la diffusion de l'oxygène dans les résidus miniers acides. La disposition des matériaux en une couche couverture (CKD + FA), surplombant une couche amendée (CKD + FA + résidus miniers) joue un rôle clé pour la stabilisation de l'édifice.

**PROCEDE D'ATTENUATION DU PHENOMENE DU DRAINAGE  
MINIER ACIDE PAR UTILISATION DU MELANGE DE POUSSIERES  
DE FOUR DE CIMENTERIE ET DE CENDRES VOLANTES**

S. ALIKOUSS, S. NFISSI, Y. ZERHOUNI, M. SAMIR

5

29 FEV 2016

**ABREGE**

10 Cette invention concerne l'utilisation d'un mélange de poussières de four de cimenterie (*Cement Kiln Dust* : CKD), et de cendres volantes des centrales thermiques (*Fly Ash* : FA) pour l'atténuation du phénomène du drainage minier acide généré dans les parcs à résidus.

Les propriétés physico-chimiques et hydrauliques des CKD et des FA les prédisposent à être utilisés comme produits d'amendement et/ou de couverture dans le but de stabiliser les rejets miniers en vue de protéger les ressources hydriques, la flore et la faune.

15 Le protocole est basé sur l'utilisation d'un mélange constitué de 80% de CKD et de 20% de FA en tant qu'amendement et couverture des résidus miniers.

20 La couche amendée composée de 2/3 de résidus miniers et 1/3 du mélange des CKD et des FA à raison de 80% de CKD et 20% de FA.

25 La couche couverture composée du mélange de 80% de CKD et 20% de FA se comportera comme barrière empêchant l'infiltration des lixiviats et la diffusion de l'oxygène dans les résidus miniers acides. La disposition des matériaux en une couche couverture (CKD + FA), surplombant une couche amendée (CKD + FA + résidus miniers) joue un rôle clé pour la stabilisation de l'édifice.

30

35

40

DESCRIPTION

45

La présente invention concerne la neutralisation des lixiviats acides des parcs à résidus miniers par l'utilisation et la valorisation du mélange de deux sous-produits industriels alcalins :

50

- les poussières de four de cimenterie (*Cement Kiln Dust* : CKD),
- les cendres volantes des centrales thermiques (*Fly Ash* : FA),

Le traitement des lixiviats acides concerne le secteur de l'activité minière et plus particulièrement les résidus miniers stockés dans des parcs aménagés à cet effet.

55

Le drainage minier acide (DMA) représente une problématique environnementale majeure pour l'industrie minière. Les eaux contaminées par DMA peuvent provenir de divers types d'exploitation, incluant des mines de métaux précieux (or, argent...), de métaux de base (cuivre, plomb, zinc, nickel,...), de charbon et d'uranium.

60

Les résidus miniers (RM) sulfureux ont tendance à s'oxyder et à générer un lixiviat acide pouvant contenir une forte concentration en métaux lourds et d'autres éléments toxiques. Ce phénomène constitue un problème environnemental très préoccupant.

65

De nombreux procédés de traitement des lixiviats acides sont connus notamment l'utilisation des rejets alcalins des phosphates, des boues d'usines de pâtes à papier et des bauxites...

70

Le Drainage Minier Acide (DMA) se produit naturellement lorsque des minéraux sulfureux acidogènes (pyrite, pyrrhotite...) sont exposés à l'eau et à l'air. La production du DMA est généralement caractérisée par un pH bas et de fortes concentrations en sulfates et métaux dissous. L'oxydation de la pyrite se fait par voies directe ou indirecte générant ainsi de l'acidité et des ions ferreux  $Fe^{2+}$  et ferriques  $Fe^{3+}$ . Une fois déclenché, le phénomène du DMA ne s'arrête jamais de lui-même et il a tendance à se poursuivre sur plusieurs milliers d'années.

75

Le test statique le plus couramment utilisé afin de prédire le potentiel de production d'acide est la méthode standard ABA (Acid Base Accounting).

Cette méthode identifie la capacité d'un échantillon de résidus miniers à générer de l'acidité à partir du dosage du soufre total qui est ensuite converti en Potentiel Acide (PA) par la formule :

$$PA \text{ (Kg CaCO}_3\text{/t)} = \% \text{ Soufre}_{\text{Total}} \times 31,25$$

80

Le potentiel de neutralisation (PN) concerne la capacité des résidus à neutraliser l'acidité produite par l'oxydation des sulfures métalliques. Le PN est déduit du dosage du carbone par la formule :

85

$$\text{PN (Kg CaCO}_3\text{/t)} = \% \text{ Carbone} \times 8,33$$

90 Le pouvoir net de neutralisation d'un matériau est la différence entre la production d'acidité (PA) et le potentiel de neutralisation (PN) des échantillons (PNN=PN-PA). Généralement, les valeurs de PNN < -20kg CaCO<sub>3</sub>/t indiquent un matériau produisant de l'acide, tandis que les matériaux à PNN > 20kg CaCO<sub>3</sub>/t sont considérés comme consommateur d'acide.

95 Les résidus miniers utilisés dans ce projet sont composés de pyrrhotite, pyrite, accompagnées par de faibles quantités de chalcopirite, sphalérite, galène, vermiculite, goethite, quartz, clinocllore, pyrophyllite, ferroan, zéolite, talc et muscovite.

100 Ces RM sont très riches en soufre (1,6 à 5,6%), leur coefficient de perméabilité est relativement grand permettant ainsi un bon drainage et par ailleurs une accentuation du phénomène du DMA.

Le potentiel net de génération d'acide de ces RM est compris entre 51 et 453 kg CaCO<sub>3</sub>/t alors que le potentiel net de neutralisation reste faible et varie entre -453 à -22,5 kg CaCO<sub>3</sub>/t.

105 En période d'activité et après fermeture des mines, les lieux d'entreposage des rejets (haldes à stériles et parcs à rejets de concentrateur) peuvent être à l'origine de la production d'un lixiviat acide qui aura des conséquences néfastes sur l'environnement.

110 Ce phénomène engendre la mobilisation des métaux lourds (Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Cd, Hg, Pb...) et d'autres substances toxiques susceptibles de polluer les ressources hydriques et de détruire les écosystèmes naturels.

Ces métaux ont des effets néfastes sur les fonctions physiologiques des organismes par accumulation dans leurs tissus et/ou par infiltration dans leur chaîne alimentaire.

115 Des procédés de traitement plus respectueux de l'environnement et de nouvelles techniques de restauration effectives à long terme sont actuellement investigués.

Plusieurs méthodes d'atténuation peuvent être ainsi utilisées pour prévenir et stopper la production du DMA dans les parcs à résidus miniers :

- les traitements actifs et passifs des effluents,
- le dépôt subaquatique,
- 120 • les recouvrements de type couvertures à effets de barrière capillaire,
- la désulfuration environnementale par flottation ou par méthodes gravimétriques,
- l'amendement alcalin qui consiste à mélanger les résidus générateurs de DMA avec des matériaux alcalins afin de limiter l'oxydation des sulfures et de neutraliser l'acidité générée.

125 Notre invention, axée sur le process d'amendement à base de poussières de four de cimenterie mélangées à des cendres volantes des centrales thermiques, vise en premier lieu la prévention du DMA et la valorisation de ces deux produits considérés comme déchets industriels. L'objectif principal est de déterminer les ratios des CKD, des FA et des résidus miniers

130 susceptibles de neutraliser le phénomène du DMA à travers une série d'essais cinétiques en colonnes.

135 Les CKD utilisées dans le cadre de cette invention proviennent de la cimenterie Lafarge de Bouskoura près de la ville de Casablanca. Ce sont des déchets industriels récupérés par les filtres électrostatiques lors de la fabrication du clinker qui est un produit intermédiaire résultant de la combustion de la matière première du ciment Portland.

140 Elles sont dotées d'un potentiel de neutralisation très élevé par libération très rapide de fortes concentrations en alcalins et en sulfates. Riches en alcalins, en chlorures et en sulfates, elles réduisent efficacement l'acidité. Ces conditions permettent la précipitation de minéraux secondaires "réservoirs" tels que l'ettringite, le C-S-H et le gypse, capables de piéger et stabiliser les métaux lourds.

145 Les valeurs de pH mesurées pour les lixiviats des CKD varient entre 11,73 et 12,44. Leur forte alcalinité est due à la dissolution rapide des carbonates et des oxydes, tels que CaO ou  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  qui engendrent un excellent potentiel de neutralisation. Les lixiviats des CKD sont efficaces pour éliminer le cuivre, le nickel et le zinc des eaux usées synthétiques par précipitation d'hydroxydes.

150 Ces poussières sont constituées de particules très fines qui participent à l'inhibition des infiltrations et au ralentissement du processus du DMA. La perméabilité des CKD est de l'ordre de  $1,5 \cdot 10^{-7}$  cm/s, ce qui permet de les classer dans la catégorie des matériaux imperméables.

155 Les micrographes du microscope électronique à balayage (MEB) montrent que les CKD sont presque entièrement composées de calcite sous forme de grains de taille inférieure à 10  $\mu\text{m}$  (Photo 1). La stœchiométrie des minéraux analysés par le MEB-EDS a révélé également des traces d'apatite, de quartz, de corindon et de muscovite.

160 La cartographie de distribution des rayons X fait apparaître clairement que les principales phases minérales sont : la calcite, le quartz, la chlorite et la muscovite (Figure 1).

Les analyses effectuées par ICP ont de même révélé une teneur élevée en Ca sous forme de calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) et de chaux vive (CaO). Elles sont cependant presque dépourvues d'éléments en traces (Tableau I).

165 Les dosages du soufre et du carbone ont révélé un pourcentage élevé en carbone (10,30 %) par rapport au soufre (0,3 %) (Tableau II). En adoptant la méthode standard test acide-base 'ABA' (Acid-Base Accounting), le potentiel de neutralisation des CKD est de 910 kg/t  $\text{CaCO}_3$ . Le potentiel d'acidité calculé (PA) est de l'ordre de 9,38 kg/t  $\text{CaCO}_3$  et le pouvoir net de neutralisation (PNN) calculé est de 900,63 kg/t  $\text{CaCO}_3$ . Ce fort potentiel de neutralisation confirme leur forte alcalinité qui permettra de neutraliser l'acidité des résidus miniers et limiter par ailleurs la solubilité des métaux lourds.

170

Les valeurs de pH mesurées pour les lixiviats des FA sont comprises entre 9,45 et 10,53. Les FA peuvent également contenir des quantités importantes de silicates, tel la mullite qui peut capter des ions d'hydrogène conduisant à la neutralisation par formation d'acide silicique. Le

175 traitement par les cendres volantes augmente progressivement le pH en raison du ralentissement de la désagrégation des silicates d'aluminium.

180 Leur perméabilité déterminée au laboratoire est de l'ordre de  $1,6 \cdot 10^{-5}$  cm/s. Ce matériau fin et parfaitement imperméable constituera une barrière à l'infiltration et inhibera le phénomène du DMA

185 Les observations au MEB des cendres volantes ont montré qu'elles sont essentiellement constituées par l'association : mullite, quartz, calcite, hématite et charbon non réactif. La mullite est sous forme de sphérules de dimensions variables, sub-micrométriques à micrométriques ( $\sim 50 \mu\text{m}$ ). Les grains de charbon sont de forme et de taille variables et souvent poreux (Photo 2). Ces pores sont colmatés par des sphérules de mullite.

190 Les principales phases détectées par diffraction des rayons X (Figure 2) sont : le quartz, la calcite et la mullite. Les oxydes de fer (magnétite et l'hématite) sont présents mais en faible quantité alors que le gypse est représenté sous forme de traces.

Les principaux constituants des FA déterminés par ICP concernent l'aluminium, le calcium et le fer. Leur teneur en éléments traces (Cr, Cu, Ni, Zn...) sont négligeables (Tableau III).

195 Les dosages du soufre et du carbone ont révélé un pourcentage élevé en carbone (18,1%) par rapport au soufre (0,2 %) (Tableau IV). Les résultats du test acide-base ont montré que le potentiel de neutralisation des FA est de l'ordre de 250 kg/t  $\text{CaCO}_3$ . Le potentiel d'acidité (PA) et le potentiel net de neutralisation (PNN) calculés sont respectivement de l'ordre de 6,25kg/t  $\text{CaCO}_3$  et de 243,75kg/t  $\text{CaCO}_3$  (Tableau IV). L'alcalinité des FA est modérée par rapport à celle des CKD mais restent aptes à contribuer à la neutralisation de l'acidité des résidus miniers.

200 Le dispositif expérimental des essais cinétiques préliminaires en colonnes (14 cm de hauteur et 5 cm de diamètre) comporte sept essais renfermant 2/3 de résidus miniers mélangés à 1/3 d'amendement (CKD et/ou FA).

205 Le processus de lixiviation se fait par rinçage à l'eau distillée (100 ml) au sommet des colonnes. Leur base, munie de trous d'évacuation, est équipée d'un géotextile qui filtre le lixiviat.

Les différentes configurations choisies sont (Figure 3) :

**Essai 1** : comporte des résidus miniers fins mélangés à 100% de CKD,

**Essai 2** : comporte des résidus miniers mélangés à 90% de CKD et 10% de FA,

210 **Essai 3** : comporte des résidus miniers fins mélangés à 80% CKD et 20% FA,

**Essai 4** : comporte des résidus miniers fins mélangés à 70% CKD et 30% FA,

**Essai 5** : comporte des résidus miniers fins mélangés à 60% CKD et 40% FA,

**Essai 6** : comporte des résidus miniers fins mélangés à 50% CKD et 50% FA,

**Essai 7** : comporte des résidus miniers fins mélangés à 100% de FA,

215 Généralement, sur l'ensemble des paramètres mesurés au laboratoire, l'essai 3 qui comporte 80% CKD et 20% FA, se distingue des autres essais par un pH neutre et par l'alcalinité la plus élevée. Il est à noter que L'alcalinité d'un essai ne peut être calculée que si son pH est supérieur à 4,5 comme pour l'Essai 7.

220 L'amendement par les CKD en forte proportion (E1 à E5) par rapport aux FA (E7) entraîne la neutralisation des lixiviats acides.

Toutefois le mélange de l'essai 3 : **80% CKD et 20 % FA** reste le plus prometteur. Ces pondérations, utilisées en tant qu'amendement et/ou couverture, seront adoptées pour tous les essais en colonnes.

225 Les essais en colonnes de lixiviation représentent le meilleur procédé capable de tester au laboratoire les scénarios de restauration des sites miniers pour prévenir le DMA par recouvrement monocouche, multicouche, par ennoiement, ou par amendement.

230 Ces tests cinétiques en colonnes permettent une simulation des conditions de stockage et de drainage des résidus miniers. Ils peuvent fournir des résultats fiables et reproductibles quand une méthodologie rigoureuse d'installation est utilisée. Cet essai cinétique nécessite une grande quantité d'échantillons (15 à 50 kg environ) en relation directe avec sa densité solide, son indice de vide et sa hauteur à l'intérieur de la colonne.

Ce protocole, suivi sur une durée de 22 mois consiste en une série de colonnes de lixiviation (90 cm de hauteur et 14 cm de diamètre) permettant de tester l'efficacité des sous produits industriels utilisés, comme amendement et/ou couverture des résidus miniers.

235 Une série de cinq colonnes contenant à leur base les résidus miniers acides sur une épaisseur de 40 cm ont été mises en place. Les différentes configurations retenues sont les suivantes (Figure 4) :

**Colonne 1 :** prise comme référence, elle contient les RM seuls et permettra d'évaluer les effets des différents scénarios d'amendement mis en place dans les autres colonnes.

240 **Colonne 2 :** Comporte des RM couverts par une couche constituée de 80% de CKD et 20% de FA.

**Colonne 3 :** Comporte des RM couverts par une couche d'amendement constituée d'un mélange de 2/3 de RM et 1/3 de résidus industriels à raison de 80% de CKD et 20% de FA.

245 **Colonne 4 :** Comporte des RM couverts par une première couche (20 cm de haut) composée d'un mélange de 2/3 RM et 1/3 (CKD + FA). La couche couverture (20 cm de haut) se compose du mélange composé de 80% CKD et 20% FA.

**Colonne 5 :** Comporte des RM couverts par le même dispositif que la colonne 4 sur une hauteur de 15 cm.

250 Durant les essais de ce protocole, une nette augmentation du pH est quasi-systématique dans les quatre colonnes par rapport à la colonne témoin. Comparée aux autres colonnes, la colonne 5 a fourni le pH le plus élevé (pH~5).

L'ensemble des résultats analytiques ont prouvé que c'est le dispositif de la colonne 5 qui a donné les résultats les plus pertinents.

- 255 A ce titre, il faut signaler que la manière dont les différentes couches sont disposées joue un rôle déterminant dans la mesure où il est indispensable d'avoir une couche amendée composée de 1/3 de matériaux alcalins (80% de CKD et 20% de FA) pour 2/3 de résidus, surmontée d'une couche couverture composée de 80% de CKD et 20% de FA.
- 260 L'amendement et le recouvrement des résidus miniers acides par le mélange de 80% de CKD et 20% de FA agissent plus efficacement sur l'acidité des rejets miniers en réduisant ainsi leur réactivité. Cette diminution serait due à la cimentation de la couche amendée au-dessus des résidus miniers particulièrement à la fin de l'essai cinétique.

- 265 Le bloc diagramme de la figure 5, illustre le modèle proposé dans cette étude. L'étape décisive consisterait à monter sur place des cellules de démonstration qui permettront de tester l'efficacité de ce protocole dans les conditions réelles.



## Description des figures

**Photo 1:** Imagerie des CKD prise au MEB en mode électrons secondaires (**Cal.** : Calcite; **Qz** : Quartz; **Cor** : Corindon; **Ap** : Apatite; **Mus** : Muscovite).

**Photo 2 :** Imagerie des FA prise au MEB en mode électrons secondaires (**C** : Charbon; **Mul** : Mullite; **Cal** : Calcite; **Hem** : Hématite; **Qz** : Quartz).

**Tableau I:** Composition chimique des CKD par ICP (en %).

**Tableau II:** Dosage du carbone et du soufre et valeurs des potentiels de neutralisation des CKD.

**Tableau III:** Composition chimique des FA par ICP (en %).

**Tableau IV:** Dosage du carbone et du soufre et valeurs des potentiels de neutralisation des FA.

**Figure 1:** Minéralogie des CKD par DRX.

**Figure 2:** Minéralogie des FA par DRX.

**Figure 3:** Dispositif expérimental des essais préliminaires de lixiviation.

**Figure 4:** Dispositif expérimental des essais cinétiques en colonnes.

**Figure 5 :** Process retenu pour l'atténuation du DMA dans les parcs à résidus miniers acides.

### **Revendications**

- 1°) Procédé de traitement des eaux polluées acides des résidus miniers, caractérisé par l'utilisation d'un mélange de 80% de poussières de four de cimenteries (CKD) et de 20% de cendres volantes des centrales thermiques (FA), et ce pour la neutralisation des lixiviats.
- 5
- 2°) Procédé de traitement par des CKD et des FA, caractérisé en ce qu'il lutte contre la contamination des ressources hydriques de surface et profondes et préserve les écosystèmes naturels.
- 3°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé par l'utilisation d'une couche amendée composée d'un mélange de 1/3 des résidus miniers et de 2/3 du mélange de CKD et FA à raison de 80% CKD et 20% FA, ce dernier ration sera disposé en tant que couverture.
- 10
- 4°) Procédé de neutralisation des eaux acides provenant des industries selon la revendication 1, en particulier celles de l'industrie minière, caractérisé par l'utilisation du mélange de CKD et de FA comme support de dépollution.
- 15
- 5°) Procédé de traitement par des CKD et des FA caractérisé en ce qu'il comprend un recyclage et une valorisation des déchets industriels des cimenteries et des centrales thermiques à charbon.

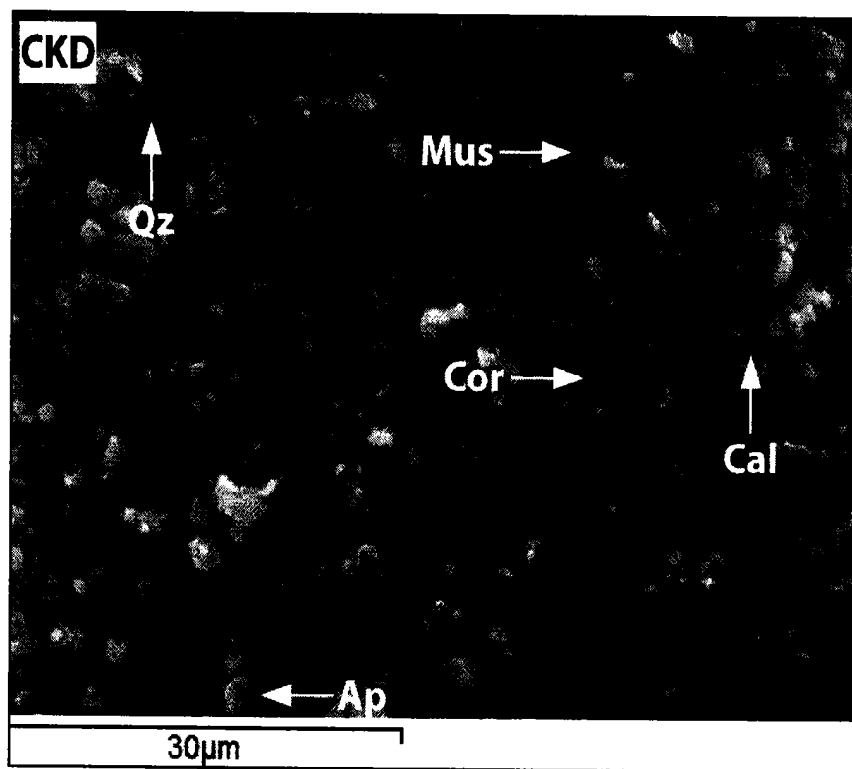


Photo 1

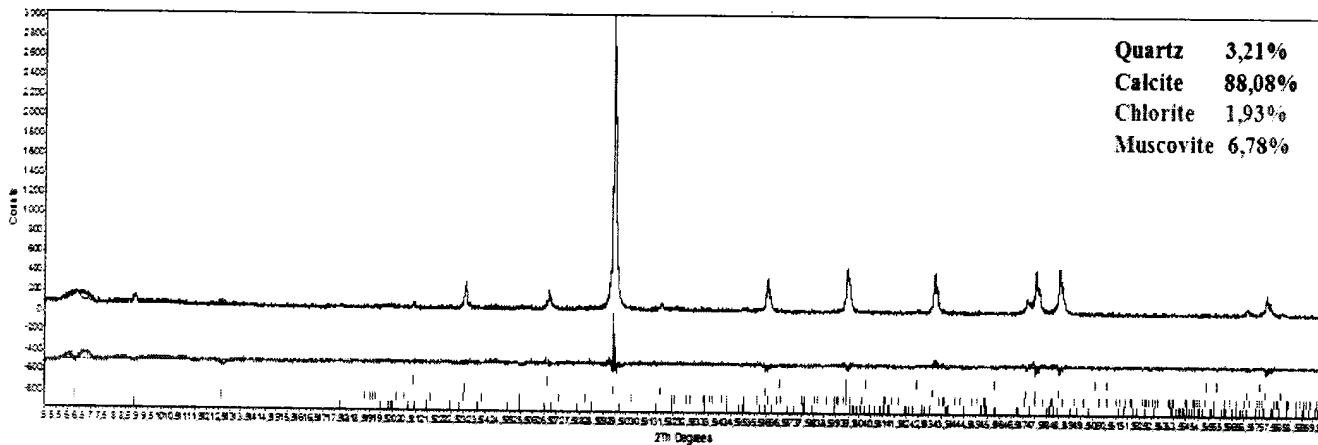


Figure 1

	Ca	Al	Fe	Ba	Cr	Cu	Mn	S	Mg	Zn	Ti	Ni	Sb	As
CKD	31,3	1,60	2	0,012	0,003	0,003	0,02	0,2	0,4	0,004	0,08	0,001	0,001	0,001

	Carbone (%)	Soufre (%)	PA (Kg/t CaCO <sub>3</sub> )	PN (Kg/t CaCO <sub>3</sub> )	PNN (Kg/t CaCO <sub>3</sub> )
CKD	10,3	0,3	9,38	910	900,63

Tableau II

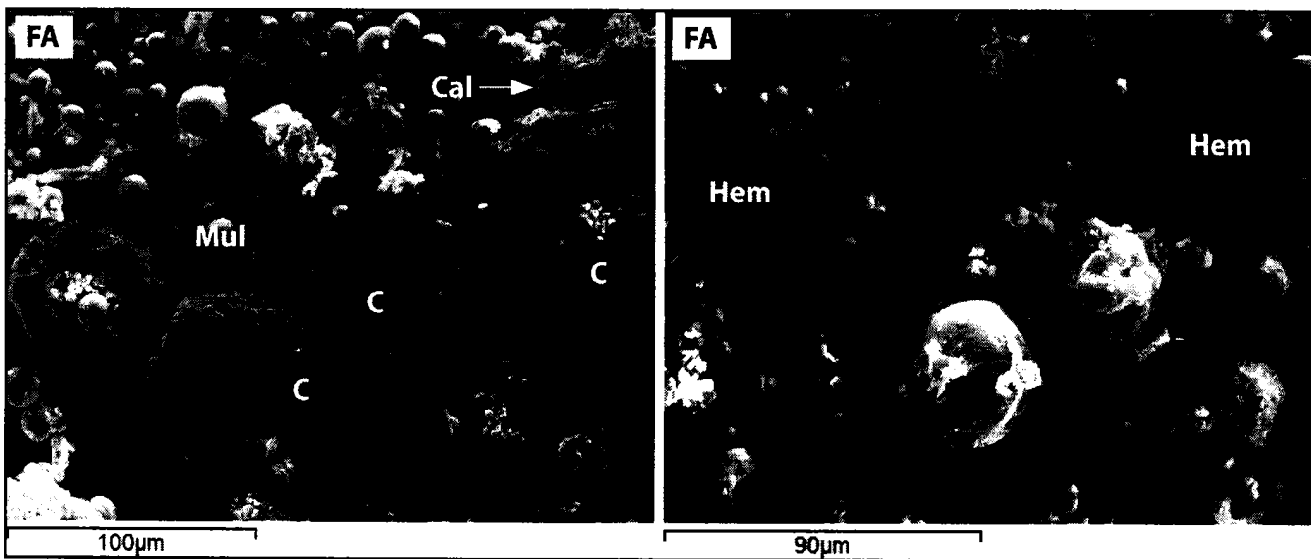


Photo 2

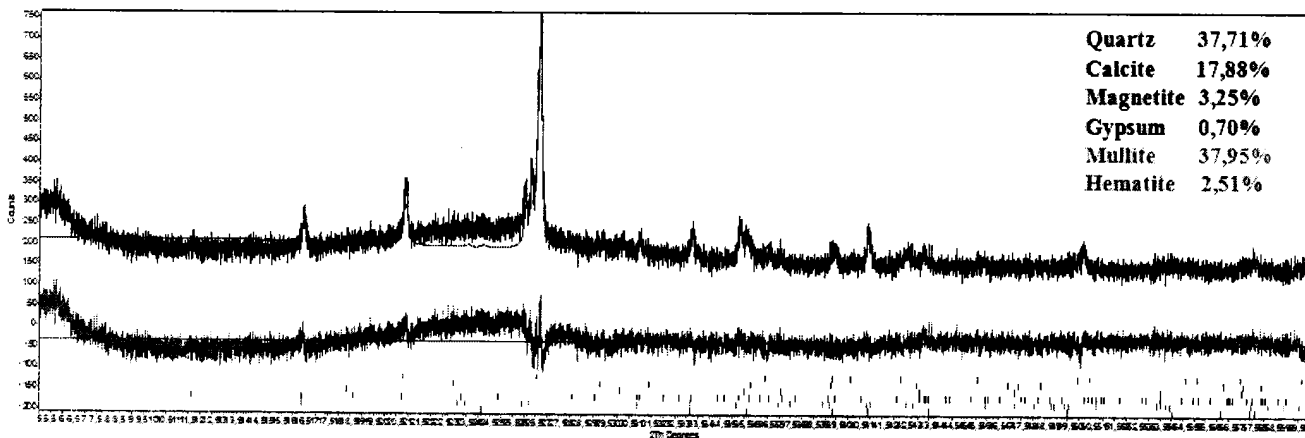


Figure 2

	Ca	Al	Fe	Ba	Cr	Cu	Mn	S	Mg	Zn	Ti	Ni	Co	Mo	Pb
FA	2,3	9,9	5	0,15	0,01	0,012	0,06	0,123	0,9	0,013	0,5	0,006	0,003	0,001	0,003

Tableau III

	Carbone (%)	Soufre (%)	PA (Kg/t CaCO <sub>3</sub> )	PN (Kg/t CaCO <sub>3</sub> )	PNN (Kg/t CaCO <sub>3</sub> )
FA	18,1	0,2	6,25	250	243,75

Tableau IV

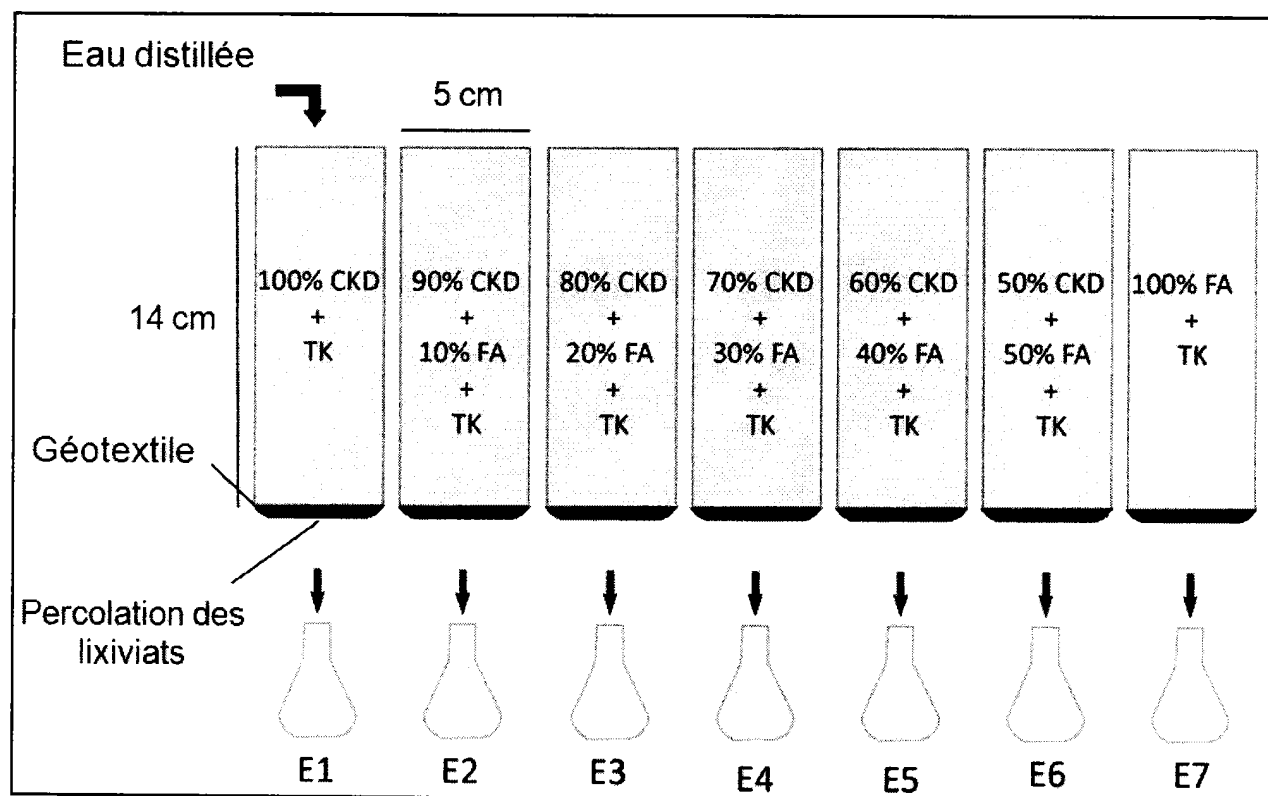


Figure 3

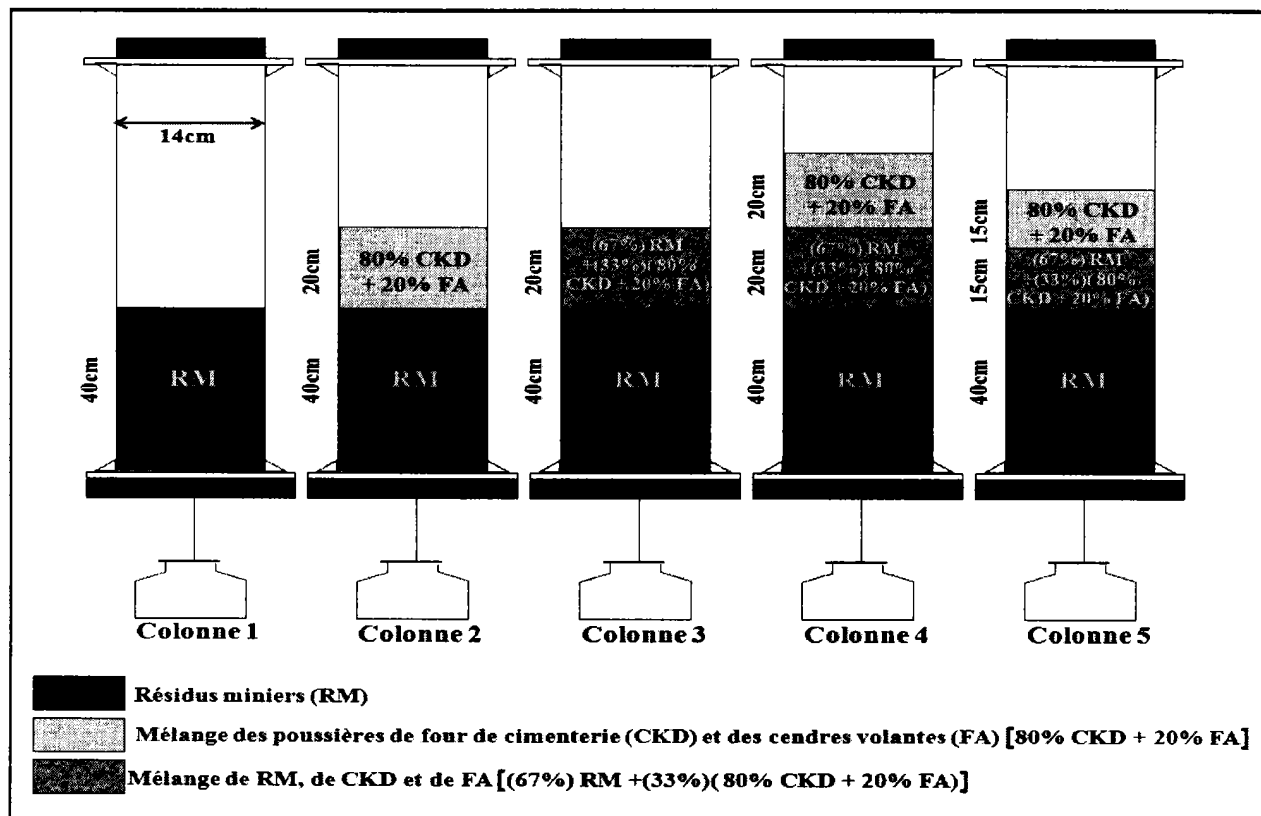


Figure 4

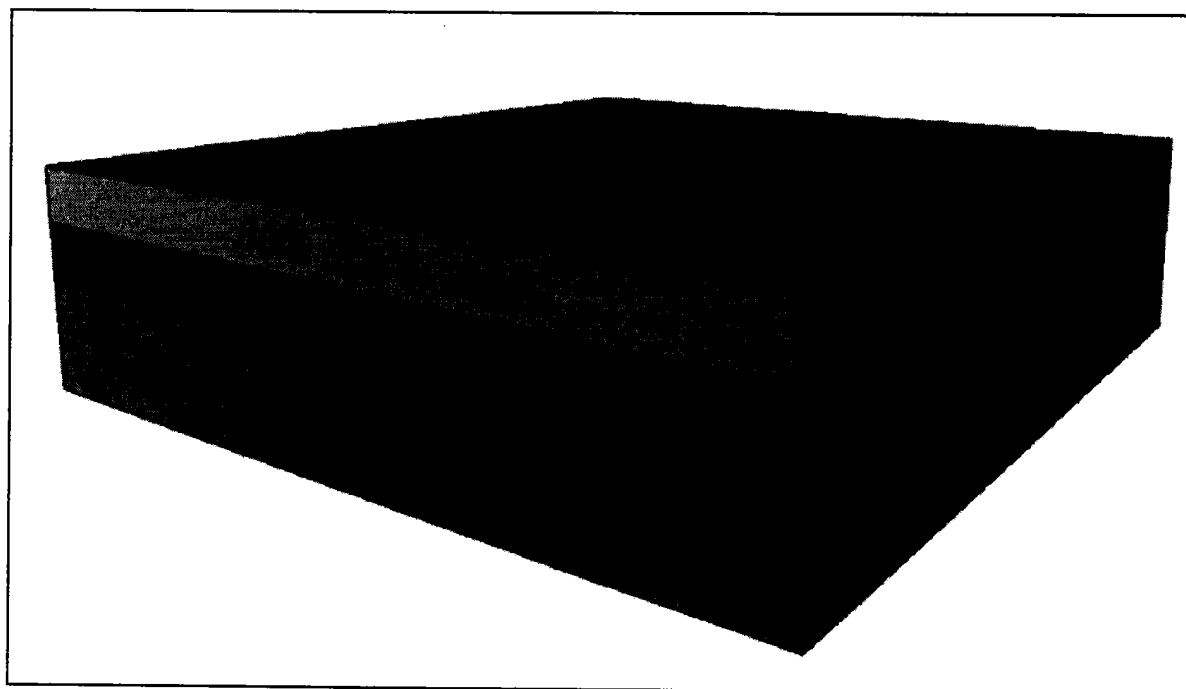


Figure 5

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



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

**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 : 37226	Date de dépôt : 18/07/2014 ;
Déposant : UNIVERSITE HASSAN II- MOHAMMEDIA	
Intitulé de l'invention : PROCÉDE D'ATTENUATION DU PHÉNOMÈNE DU DRAINAGE MINIER ACIDE PAR UTILISATION DU MÉLANGE DE POUSSIÈRES DE FOUR DE CIMENERIE ET DE CENDRES VOLANTS	
<b>Classement de l'objet de la demande :</b> CIB : C 02F 11/00, C 04B 28/22	
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 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: A EL KADIRI	Date d'établissement du rapport : 26/09/2016
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 :
- 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)



<b>Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité</b>		
<b>Cadre 4 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle</b>		
Nouveauté (N)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non

D1 : US4917733, HANSEN DAVID L, 1990-04-17  
D2 : M. Nehdi and A. Tariq, "Evaluation of sulphidic mine tailings solidified/stabilized with cement kiln dust and fly ash to control acid mine drainage" Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Western Ontario, London, Ontario, Canada, MINERALS & METALLURGICAL PROCESSING, Vol. 25, No. 4 • November 2008

**1. Nouveauté (N) :**

Aucun des documents de l'art antérieur D1-D2 ne décrit les mêmes caractéristiques techniques contenus dans la revendication 1, par conséquent l'objet de la revendication 1 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications 2-5 dépendent de la revendication 1 et satisfont donc en tant que telles aux exigences de nouveauté 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, considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue (voir le document D1) un mélange de poussières de four de cimenteries (15% à 45%), de cendres volants (15% à 45%) et de lixiviats de décharge (17% à 40%), pour stabiliser le lixiviat de décharge. L'objet de la revendication 1 diffère du document D1 en ce que les proportions des constituants du mélange de la présente demande sont différents des proportions des constituants du mélange de D1. Le problème à résoudre peut être considéré comme la fourniture d'un mélange alternatif pour la stabilisation de lixiviat de décharge.

La solution proposée par l'objet de la revendication 1 de la présente demande peut être considérée comme inventive pour les motifs suivants : la caractéristique distinctive n'est pas divulguée dans l'état de l'art cité, et l'homme de métier ne trouve aucune incitation de l'état de l'art lui permettant d'arriver au mélange de la présente demande partant du mélange de D1 ou de D2.

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.

L'objet des revendications 2-5 dépendante de la revendication 1, implique lui aussi une 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.