

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 59109 B1**
- (51) Cl. internationale : **B01D 15/00; C02F 1/28; B01D 15/00; C02F 1/28**
- (43) Date de publication : **29.11.2024**
-
- (21) N° Dépôt : **59109**
- (22) Date de Dépôt : **05.01.2023**
- (71) Demandeur(s) : **Université Sidi Mohamed Ben Abdellah , Route d'immouzer BP 2626, 30000 Fès (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **TALEB Mustapha ; RAIS Zakia ; SAOUDI HASSANI EI Mokhtar ; AZZOUNI Dounia ; MEHDAOUI Imane ; MAHMOUD Rachid ; TALEB Abdeslam**
- (74) Mandataire : **IBNSOUDA Saad**
-
- (54) Titre : **Nouveau biomatériau adsorbant des polluants, préparés à base des déchets d'abattoirs**
- (57) Abrégé : La présente invention porte sur un nouveau biomatériau adsorbant d'origine animale à base des cornes et des sabots de moutons et de vaches. Ledit biomatériau adsorbant possède un grand pouvoir adsorbant des colorants cationique BM et anionique NE, un pouvoir adsorbant des polluants des effluents de textile et permet d'obtenir une eau épurée ayant les caractéristiques de l'eau d'irrigation des espaces verts.

Titre : Nouveau biomatériau adsorbant des polluants, préparés à base des déchets d'abattoirs

Abrégé

La présente invention porte sur un nouveau biomatériau adsorbant d'origine animale à base des cornes et des sabots de moutons et de vaches. Ledit biomatériau adsorbant possède un grand pouvoir adsorbant des colorants cationique BM et anionique NE, un pouvoir adsorbant des polluants des effluents de textile et permet d'obtenir une eau épurée ayant les caractéristiques de l'eau d'irrigation des espaces verts.

Titre : Nouveau biomatériau adsorbant des polluants, préparés à base des déchets d'abattoirs

Description

▪ Domaine technique

La présente invention touche le domaine des biomatériaux adsorbant produits à bases des déchets, et plus particulièrement l'invention un nouveau biomatériau adsorbant des polluants, préparés à base des déchets d'abattoirs

▪ Description de l'état de la technique

Les matériaux biosourcés sont partiellement ou entièrement issus de matières organiques renouvelables (biomasse), de coproduits naturels ou industriels qui sont employés comme matières premières dans divers secteurs industriels, dont les plastiques, la construction, la pharmacie, les cosmétiques et le biomédical. La recherche des matériaux alternatifs aux matériaux naturels est une préoccupation de la communauté scientifique à l'échelle mondiale afin de préserver les ressources naturelles et substituer les ressources fossiles qui sont en disparition ces dernières années. Le présent brevet a pour objectif de préparer un biomatériau d'origine animale à base de cornes et de sabots d'animaux (moutons, vaches) et de définir les principales caractéristiques structurales et physicochimiques, en vue de son utilisation ultérieure comme adsorbant de polluants. L'examen des brevets relatifs à ce matériau biosourcé nous a permis de les classer en plusieurs catégories, des brevets tels que : WO2021120966 (A1), CN113004387 (A), US2008089930A1, US2007254833 (A1) etc., qui portent sur les applications du biomatériau d'origine animale dans le domaine pharmaceutique pour la préparation de médicaments antipyrétiques, anticonvulsivants, antitussifs, expectorants, hypotenseurs, anti-inflammatoires et antiviraux, des brevets qui se focalisent sur la préparation d'engrais à base de kératine d'origine animale, tels que : UA140994 (U), CN104140341 (A), des brevets qui portent sur l'utilisation de ce biomatériau d'origine animale pour la fabrication de produits cosmétiques et d'agents nutritifs pour la consommation animale et humaine, notamment GB1173652 (A), ES2316205 (A1), et des brevets tels que : RU2564327 (C1), GB1173652 (A), qui abordent leur utilisation dans la préparation de matériaux de construction afin d'en augmenter la résistance et de produire un matériau sans danger pour l'environnement.

D'autres travaux de recherche se sont focalisés sur la fabrication de membranes nano fibreuses de kératine d'origine animale extraite de la laine des ovins en vue de leur

utilisation, en particulier, dans des applications environnementales (**Aluigi et al, 2011 ; Aluigi et al 2014 ; Gore et al 2017 ; David et al 2020**), ou biomédicales (**Patrucco et al, 2019 ; Jaiswar et al, 2022 ; Sarma , 2022**).

▪ **Exposé de l'invention (brève description)**

Au Maroc, les sabots et les cornes de moutons sont abondants et produits à environ 3500 tonnes/an ; plus de 7,2 millions de têtes de moutons et de chèvres sont destinées chaque année à l'Aïd Al Adha, ce qui représente un élément de contamination et de pollution de l'environnement, notamment du fait que ces déchets nécessitent plusieurs milliers d'années pour disparaître. Les cornes et les sabots sont formés d'une base osseuse de kératine composée de protéines contenant un taux élevé d'acide aminé à base de soufre.

L'invention concerne un biomatériau adsorbant issu des déchets des abattoirs, particulièrement les cornes et les sabots des animaux, qui a un grand pouvoir adsorbant des colorants cationique BM et anionique NE, un pouvoir adsorbant des polluants des effluents de textile et permet d'obtenir une eau épurée ayant les caractéristiques de l'eau d'irrigation des espaces verts.

▪ **Brève description des figures**

La figure 1 présente le point de charge nulle du biomatériau

La figure 2 présente le spectre infrarouge du biomatériau

La figure 3 présente la morphologie de surface du biomatériau à différents grossissement (A : x500, B : x250, C : x1000)

La figure 4 présente le spectre EDX du biomatériau montrant l'analyse quantitative des éléments chimiques qu'il contient

La figure 5 présente le spectre DRX du biomatériau permettant de mettre en lumière les structures cristallines et amorphes qui le constituent

La figure 6 présente l'étude cinétique d'adsorption du Bleu Maxilon sur le biomatériau

La figure 7 présente l'étude cinétique d'adsorption du Noir d'Eriochrome sur le biomatériau

La figure 8 présente la cinétique d'adsorption de l'effluent de textile sur le biomatériau

▪ Description détaillée de l'invention

La présente invention concerne un nouveau biomatériau adsorbant des polluants, préparé à base des déchets des abattoirs essentiellement les cornes et les sabots de quelques animaux comme les moutons, les vaches, etc.

Le biomatériau étudié dans ce brevet est obtenu à partir de cornes et de sabots de moutons provenant d'abattoirs, lavés à l'eau du robinet en les frottant avec une brosse, et mis à sécher à l'air libre. Un second nettoyage a été réalisé avec de l'eau distillée. Les sabots et les cornes nettoyés ont été séchés à l'étuve à 60 °C pendant 2 jours, puis broyés, concassés et tamisés pour obtenir une poudre dont la taille des particules est inférieure à 1mm.

La caractérisation physico-chimique et structurale du biomatériau (tableaux 1 à 3) a révélé qu'il est de nature fibreuse et presque neutre, légèrement conducteur, avec une surface spécifique de 130,90 m²/g et une densité de 0,87, principalement constitué de composés organiques, d'éléments minéraux par ordre croissant, Ca, Na, P, Mg, K, Fe, Si, Al, Zn, Li, Cu, Cr, et d'oxydes minéraux CaO > SiO₂ > P₂O₅ > F₂O₃ > MgO > Al₂O₃ > Na₂O.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques du biomatériau

Paramètres	pH	CE (μs.Cm ⁻¹)	H (%)	MS (%)	MO (%)	MM (%)	COT (%)	NTK (%)	C/N	Ssp (m ² .g ⁻¹)	d
Valeurs	7.63	1120	7.72	92.28	87.83	12.17	68.94	31.85	2.16	130,90	0,87

Tableau 2 : Composition du biomatériau en éléments chimiques

Eléments	Al	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K
Concentration (mg/g)	1.3842	<0.01	0.0173	19.600	<0.01	0.0241	0.0512	2.3802	2.7651
Eléments	Li	Mg	Mn	Na	Ni	p	Si	Zn	
Concentration (mg/g)	0.1429	2.7821	<0.01	7.0734	<0.01	6.6328	2.0510	0.1710	

Tableau 3 : Composition du biomatériau en oxydes minéraux

Oxydes	SiO ₂	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	ZnO	SrO
%	2.6	0.54	0.98	4.71	0.83	1.890	0	0.29	0.44	0.09	0	0.02	0	0

La richesse du biomatériau en composés organiques et en éléments fertilisants NPK dirige son application comme amendement organique permettant de renforcer la fertilité des sols pauvres en ces éléments et qui se situent dans des conditions climatiques difficiles. Sa composition en oxydes préconise l'utilisation de ce biomatériau comme matériau secondaire du ciment, pour augmenter le rendement de son broyage et réduire la consommation d'énergie, ou comme adjuvant pour éviter le colmatage du ciment dans le broyeur. Le biomatériau pourrait aussi être utilisée dans la céramique, le génie civil, la fabrication des matériaux d'emballage pour les industries agroalimentaires, ...

Le biomatériau est chargé positivement pour des pH inférieurs au point isoélectrique pH=8,5 (figure1) ; il a donc tendance à accepter des ions chargés négativement, et au-delà de ce point, la charge de sa surface est négative, ce qui favorise l'adsorption des colorants et des composés anioniques. L'analyse par spectroscopie infrarouge (IR) du biomatériau (figure 2), a permis de déterminer ses principaux groupes fonctionnels qui le composent. Le pic large enregistré au nombre d'onde de 3350 cm⁻¹ est en rapport avec les vibrations d'étirement O-H. Cela est vraisemblablement attribué à la présence de l'alcool, du phénol ou du groupe carboxyle. La bande observée à près de 2850 cm⁻¹ correspond à l'étirement des groupes fonctionnels C-H. Tandis que les deux grands pics figurés à 1640 cm⁻¹ et à 1550 cm⁻¹ sont attribués à l'étirement des C=C et au groupement carbonyle C=O respectivement. La bande aux alentours de 1400 cm⁻¹ est due à la déformation de C-N. Ceci pourrait expliquer la composition du biomatériau en protéine qui est structurée de plusieurs acides aminés. Les bandes observées entre 1800 et 2600 cm⁻¹ correspondent à l'étirement des noyaux aromatiques. Le pic autour de 1000 cm⁻¹ est relatif aux vibrations C-O. Les bandes observées entre 700-750 et 2600 cm⁻¹ signifient la présence des carbonates CaCO₃ et au groupement fonctionnel S-H respectivement. Ces résultats révèlent que le biomatériau d'origine animale est riche en composés aromatiques.

L'observation du biomatériau par Microscope électronique à balayage (MEB) à différents grossissements (figure 3) a montré qu'il est composé des agglomérats condensés expliquant la présence d'une porosité significative d'une profondeur de l'ordre de

micromètre. Ce caractère pourrait être considéré comme un facteur facilitant l'adsorption des polluants.

L'analyse à l'énergie dispersive de rayons X (EDX) a permis de donner une analyse quantitative des éléments chimiques composant le biomatériau (figure 4). Le diagramme fourni par les mesures EDX relate la présence des éléments carbone et oxygène avec plus de 90% du poids du matériau, et en faibles proportions les éléments calcium, soufre, silicium, chlore, potassium, sodium, et aluminium (tableau 4).

Tableau 1: Pourcentages massiques et atomiques des différents éléments du biomatériau

Eléments	Masse %	Atome%
C	67.86±0.08	75.40±0.09
O	26.96±0.15	22.49±0.12
Na	0.37±0.01	0.21±0.01
Al	0.30±0.01	0.15±0.01
Si	0.77±0.02	0.36±0.01
S	1.29±0.02	0.54±0.01
Cl	0.51±0.01	0.19±0.00
K	0.47±0.02	0.16±0.01
Ca	1.47±0.02	0.49±0.01
Total	100.00	100.00

L'analyse par DRX (Figure 5) a montré que le biomatériau est entièrement composé de la kératine. L'examen du diffractogramme exalte la présence des pics de structures amorphes avec un nombre limité de pics cristallins. Ainsi, il n'est visible qu'un halo à $2\theta < 20^\circ$ lié à la phase amorphe due à la partie organique du matériau, et quelques pics de la phase cristalline liés à la partie inorganique attribuée à une faible présence de carbonate de calcium (CaCO_3) et des traces de dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Les bandes caractéristiques à chaque phase cristalline relative au CaCO_3 (tableau 5) ont montré que les pics situés aux angles 2θ : 18° , $26,52^\circ$ correspondent aux plans cristallins (020), (120) / (021) de la phase cristalline. En outre le carbonate de calcium peut se trouver sous deux formes cristallines principales : l'aragonite et la calcite (figure 3).

Tableau 5 : Bandes caractéristiques aux carbonates de calcium et à la dolomite

Composés	CaCO ₃	CaMg(CO ₃) ₂
DRX	18° ; 26,52° ; 29,42° ;	25,799° ; 31,58° ; 41,095° ; 43.0057° ;
2θ caractéristiques	30,75° ; 39,32°	44.6337° ; 47.4522° ; 50.4667° ; 72.7425°

Exemple 1 : Évaluation de l'effet adsorbant des colorants ; Bleu Maxilon (BM) et Noir d'Eriochrome (NE) sur le biomatériau

Les tests de la décoloration des solution synthétiques chargés en colorants : cationique (Bleu Maxilon (BM)) et anioniques (Noir d'ériochrome (NE)) par adsorption sur le biomatériau, ont été réalisés en fonction du temps de contact adsorbant/adsorbat compris entre 0 et 300 min pour différentes concentrations des colorants avec une masse d'adsorbant de (0,05 g/L). Par la suite, le mélange a été laissé sous agitation magnétique à température ambiante et à pH résiduel des colorants.

Les figures 6 et 7 illustrent l'évolution du temps de la réaction d'adsorption en fonction de la concentration initiale des deux colorants. Pour les six concentrations du BM (figure 6), le taux d'élimination augmente avec le temps de réaction en suivant deux pentes différentes. La première est rapide et se situe dans les 5 premières minutes pour les faibles concentrations (2, 5, 10 et 20 mg/L), alors que pour les concentrations 30 et 50 mg/L des solutions colorées, le temps est de 20 min pour une décoloration presque négligeable. Tandis que la seconde partie de la courbe montre un ralentissement de la vitesse de la réaction qui reste constante après 2h pour toutes les concentrations. Ceci reflète l'équilibre entre les fragments de colorant retenus et désorbés.

Quant au NE (figure 7), Pour les huit concentrations étudiées, le taux d'élimination met en évidence une augmentation avec le temps de la réaction. Au cours de la première étape, on remarque une augmentation rapide du rendement de décoloration qui situe dans les 10 premières minutes pour toutes les concentrations étudiées. En ce moment, le colorant s'adsorbe en premier lieu sur les sites d'adsorbant facilement accessibles. En revanche, la deuxième étape est caractérisée par un ralentissement de l'efficacité d'adsorption jusqu'à une valeur maximale correspondant au temps d'équilibre de 30 min.

Les résultats d'adsorption des deux colorants sur le biomatériau ont révélé des taux d'élimination significatifs de 89 % et 99 % du BM et du NE respectivement.

Exemple 2 : Évaluation de l'effet adsorbant des polluants de l'effluent textile sur le nouveau biomatériau

Le biomatériau a été évalué pour le traitement d'un effluent textile, et les résultats obtenus montrent qu'il est très efficace pour le traitement de cet effluent, et permet d'éliminer plus de 93% des colorants dans les 30 premières minutes (figure 8), et de réduire les valeurs des paramètres de suivi, évaluant sa charge polluante, en les rendant conformes aux normes de qualité des eaux d'irrigation et de rejet des effluents textiles (tableau 6).

Tableau 6 : Efficacité de traitement de l'effluent textile par adsorption sur le biomatériau

Paramètres	Avant traitement	Après traitement	Norme de rejet des effluents de textiles	Norme de qualité des eaux d'irrigation
Conductivité (µS/Cm)	3356	19	-	12
MES (mg/L)	100	17.2	50	-
Sulfate (SO ₄ ²⁻) (mg/L)	1293	122	-	250

Les résultats de traitement de l'effluent de textiles ont donné des eaux épurées ayant les caractéristiques de l'eau d'irrigation des espaces verts.

▪ Application industrielle

Selon l'invention, le dispositif peut être appliqué à toutes les industries qui génèrent des effluents colorés notamment ceux issus des industries de textiles, tannerie, papeterie, fourrures, de bois...

Revendications modifiées

1. Biomatérialu adsorbant des polluants caractérisé en ce qu'il est préparé à base des déchets des abattoirs essentiellement les cornes et les sabots de quelques animaux comme les moutons, les vaches, et qui présente des bandes dans son spectre infrarouge à 3350 cm^{-1} , 2850 cm^{-1} , 1640 cm^{-1} , 1550 cm^{-1} , 1400 cm^{-1} et entre $700-750\text{ cm}^{-1}$, ces bandes correspondent, respectivement, à la présence de groupement O-H, groupement C-H, groupement C=C groupement C=O, groupement C-N et CaCO_3 .
2. Biomatérialu adsorbant des polluants, selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte :
 - a. Une phase organique contenant principalement les groupements carbonyle, hydroxyle, carboxyle, amine, carbonates et des composés aromatiques.
 - b. Une phase minérale contenant principalement les éléments suivants Ca, Na, P, Mg, K, Fe, Si, Al, Zn, Li, Cu, Cr sous forme d'oxydes minéraux.
3. Biomatérialu adsorbant des polluants, selon les revendications 1, 2, caractérisé en ce que les oxydes minéraux de la phase minérale dudit adsorbant sont dans l'ordre décroissant $\text{CaO} > \text{SiO}_2 > \text{P}_2\text{O}_5 > \text{F}_2\text{O}_3 > \text{MgO} > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Na}_2\text{O}$.
4. Biomatérialu adsorbant des polluants, selon les revendications 1, 2 et 3, caractérisé en ce que la phase minérale est riche en Carbonate de Calcium CaCO_3 et de la dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$.
5. Biomatérialu adsorbant des polluants, selon les revendications 1, 2, 3 et 4, caractérisé en ce qu'il possède une structure poreuse et possède une faible cristallinité relative à la présence du carbonate de calcium et de la dolomite.
6. Biomatérialu adsorbant des polluants, selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il possède une surface spécifique d'environ $130,90\text{ m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ et une densité d'environ 0,87.
7. Biomatérialu adsorbant des polluants, selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est chargée positivement pour des pH inférieurs au point isoélectrique $\text{pH} = 8,5$ ce qui lui permet d'éliminer des polluants chargés négativement, et au-delà de ce point, la charge de surface de la poudre est négative, ce qui favorise l'adsorption des polluants et des composés cationiques.

8. Biomatériau adsorbant des polluants, selon les revendications 5, 6 et 7, caractérisé en ce qu'il a :
- a. Un grand pouvoir adsorbant des colorants cationique et anionique avec des concentrations optimales respectivement de 30 et 20 mg/L, pendant des temps d'adsorption rapide de 30 à 120 min pour avoir une efficacité d'élimination des colorants de 89% et 99% respectivement du BM et NE ;
 - b. Un pouvoir adsorbant des polluants de l'effluent textile pendant un temps de 30 min avec un rendement de de décoloration de 93% et des autres paramètres polluants de 97% ; et
 - c. Un pouvoir de traitement des eaux colorées et des effluents de textiles pour avoir une eau épurée ayant les caractéristiques de l'eau d'irrigation des espaces verts.

Dessins

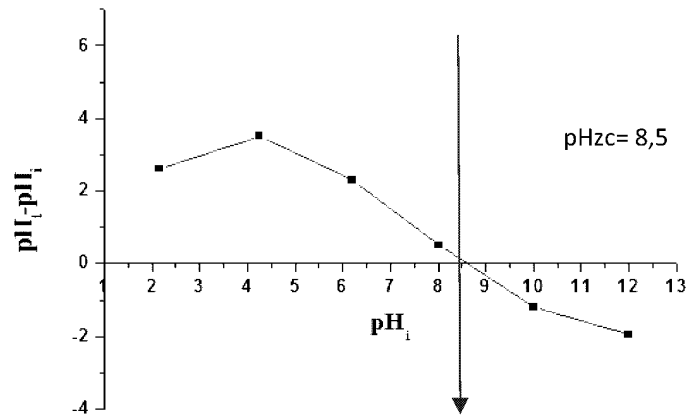


Figure 1: Point de charge nulle du biomatériau

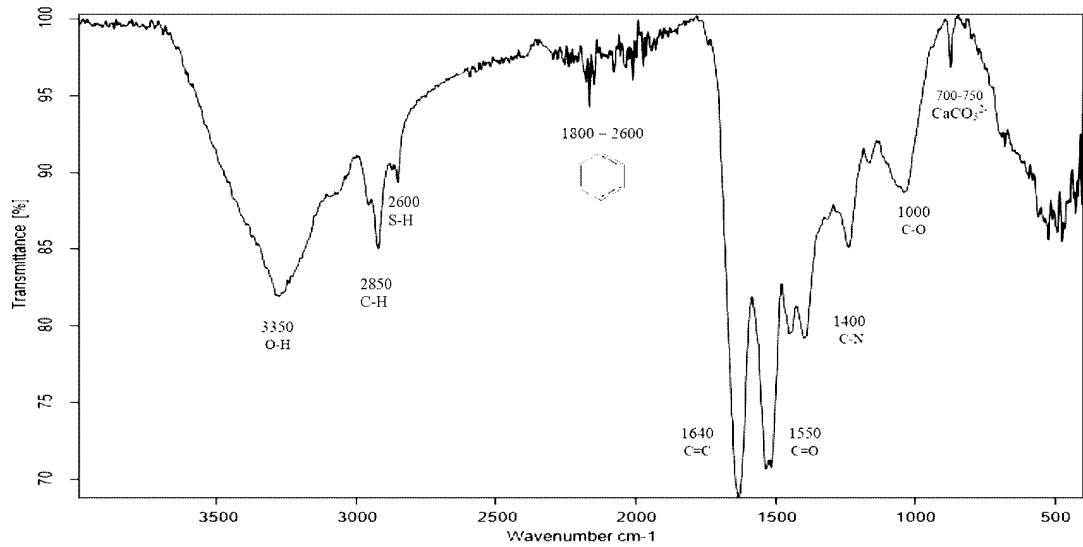


Figure 2 : Spectre d'infrarouge du biomatériau

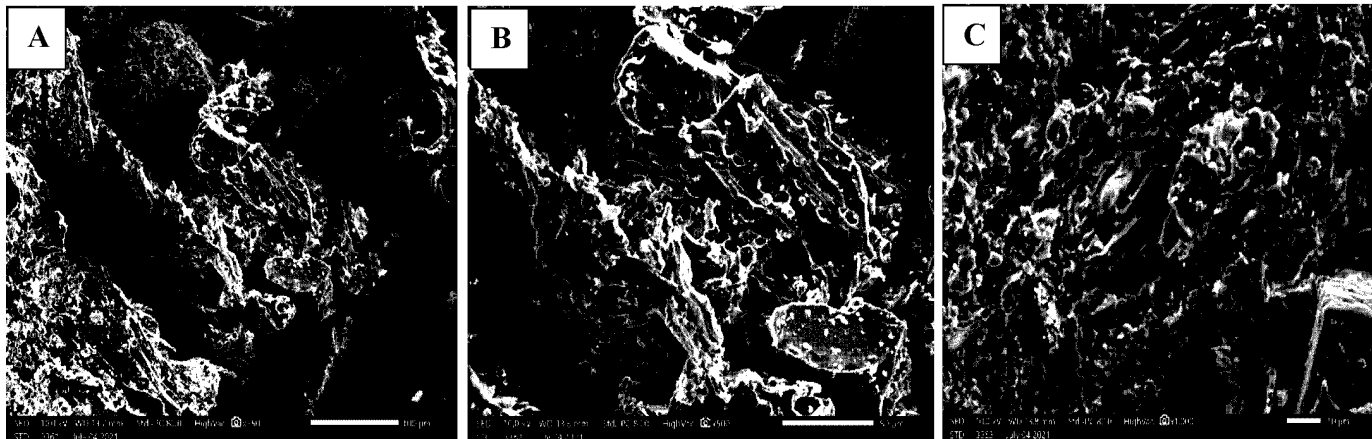


Figure 3 : Micrographie électronique à balayage montrant la porosité de la surface du biomatériau à différents grossissement (A : x500, B : x250, C : x1000)

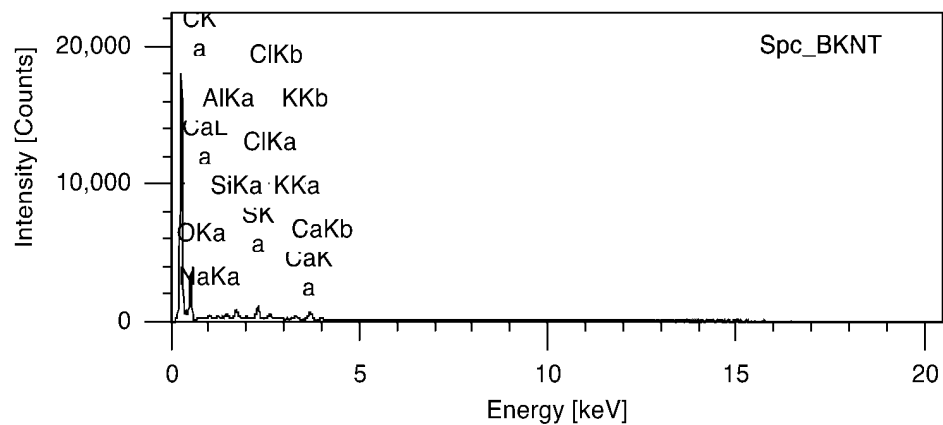


Figure 4 : Spectre EDX de du biomatériau

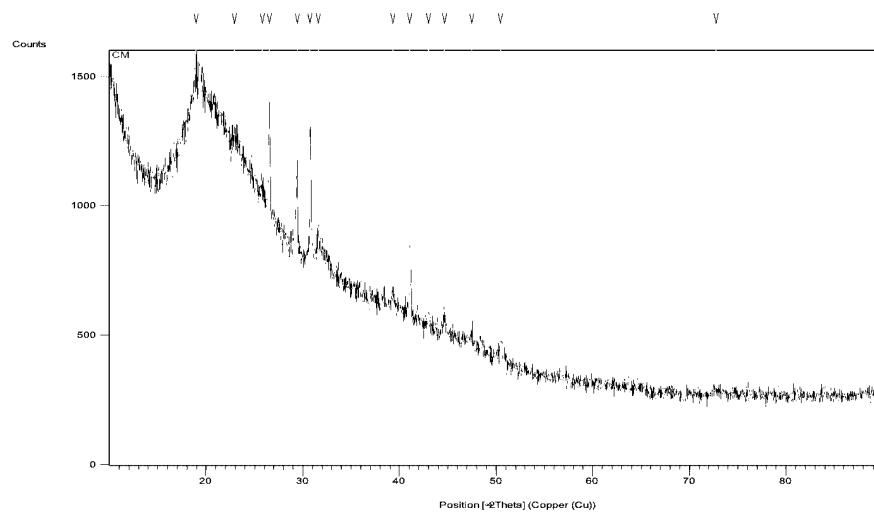


Figure 5 : Spectre DRX du biomatériau

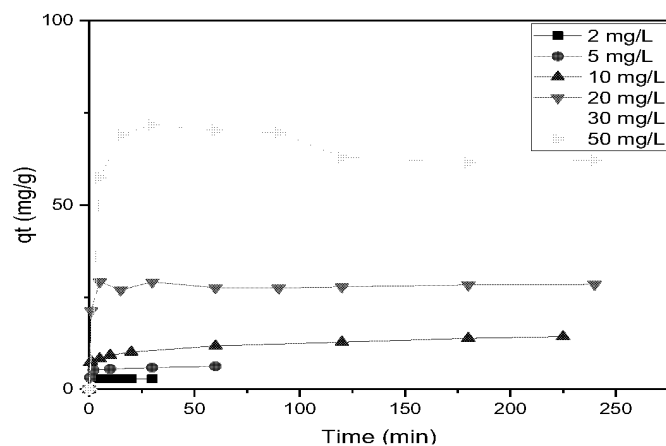


Figure 6 : Cinétique d'adsorption du BM sur le biomatériau

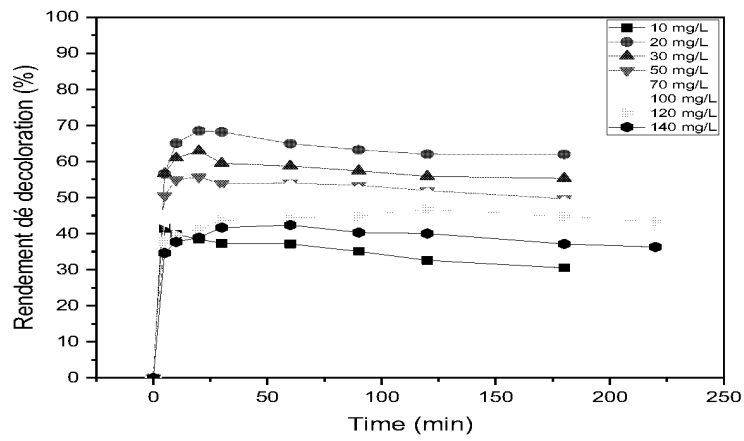


Figure 7 : Cinétique d'adsorption du NE sur le biomatériau

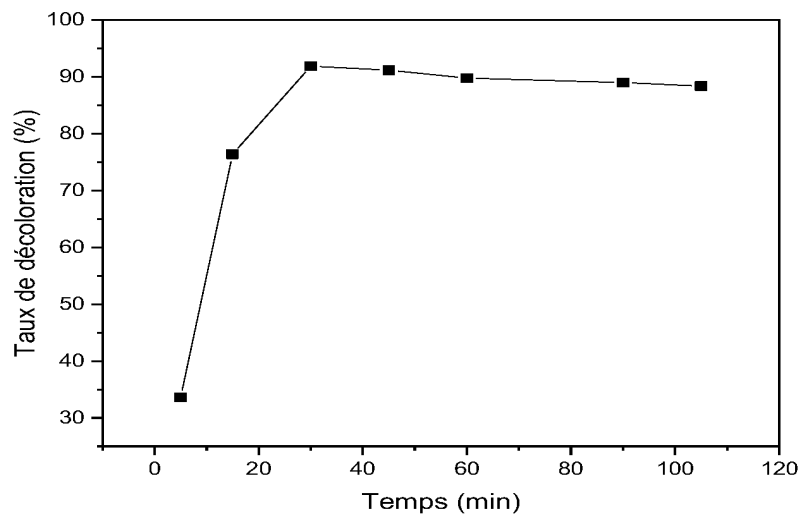



Figure 8 : Cinétique d'adsorption de l'effluent de textile sur le biomatériau

**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 : 59109	Date de dépôt : 05/01/2023
Déposant : Université Sidi Mohamed Ben Abdellah	
Intitulé de l'invention : NOUVEAU BIOMATÉRIAU ADSORBANT DES POLLUANTS, PRÉPARÉS À BASE DES DÉCHETS D'ABATTOIRS	
Classement de l'objet de la demande :	
CIB: B01D15/00, C02F1/28 CPC: B01D15/00, C02F1/28	
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: Redouane TELLAA	 Date d'établissement du rapport : 25/10/2024
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
8
- 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 - 8	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1 - 8	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1 - 8	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : FR2425878

1. Nouveauté

Aucun des documents de l'état de la technique ne divulgue l'ensemble des caractéristiques techniques des revendications 1-8 d'où l'objet desdites revendications est nouveau au sens de 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 1 de la présente demande, il décrit un procédé d'épuration d'un effluent contenant notamment une pollution de nature organique à travers un lit à base de matières kératiniques (par exemple, constitués par des plumes, des sabots, des cornes, des déchets de laine etc...).

L'objet de la revendication 1 diffère du document D1 par les caractéristiques physico-chimique et structurelle du biomatériau.

L'effet technique lié à cette différence est l'amélioration de l'efficacité du traitement des effluents (93% des colorants dans les 30 premières minutes).

Le problème que la présente demande se propose de résoudre peut-être considéré comme la fourniture d'un autre biomatériau adsorbant des polluants.

La solution proposée par la présente demande implique une activité inventive pour les raisons suivantes :

- Les tests expérimentaux fournis par le déposant prouvent que le biomatériau revendiqué résolve le problème posé.
- Aucun des documents de l'art antérieur ne suggère l'utilisation du biomatériau revendiqué dans le traitement des polluants de l'effluent textile.

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.

Les revendications 2-8 dépendent de la première revendication dont l'objet est considéré inventif pour les raisons énoncées ci-dessus, ainsi elles satisfont également, en tant que telles, aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 concernant l'activité inventive.

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.