



(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 27229 A1** (51) Cl. internationale : **C01B 31/08; B01J 20/20**
- (43) Date de publication : **01.02.2005**

(21) N° Dépôt : **27798**

(22) Date de Dépôt : **22.07.2004**

(71) Demandeur(s) :

- **MOHAMMED EZZINE, BP. 3023, Errachidia III, 20600 MOHAMMEDIA (MA)**
- **HASSAN HANNACHE, N°20 RUE ATTABARI MAARIF 20100 CASABLANCA (MA)**
- **NOURA AL HIMIDI, LOT.N°34 MANDARONA II QUARTIER FLORIDA CASABLANCA (MA)**
- **ABDELLAH EL KANOUNI, ANIGRIT RUE 2 N° 8 20150 CASABLANCA (MA)**

(72) Inventeur(s) : **ABDELLAH EL KANOUNI ; MOHAMMED EZZINE ; SAID FAKHI ; AHMED RYADH ; HASSAN HANNACHE ; NOURA AL HIMIDI**

(74) Mandataire : **HASSAN HANNACHE**

(54) Titre : **PROCEDE D'ELABORATION ET CARACTERISATION DE CHARBONS ACTIFS A PARTIR DE RESIDUS FIBREUX DE LA CANNE A SUCRE: LA BAGASSE, ET LEUR APPLICATION DANS LA FIXATION DES BACTERIES ET DES METAUX LOURDS**

(57) Abrégé : **PROCEDE D'ELABORATION ET CARACTERISATION DE CHARBONS ACTIFS A PARTIR DE RESIDUS FIBREUX DE LA CANNE A SUCRE : LA BAGASSE ET LEUR APPLICATION DANS LA FIXATION DES BACTERIES ET DES METAUX LOURDS.** La présente invention concerne le procédé d'élaboration de charbons actifs à partir de la bagasse, produit issu de l'industrie sucrière de la région du Gharb (Maroc). Les procédés d'activation chimique, par l'acide phosphorique développés dans cette étude, permettent d'obtenir des charbons actifs dotés d'une grande capacité d'adsorption. La caractérisation des produits ainsi élaborés dans les conditions modérées (basses températures (300-400°C), temps d'activation d'une heure, rapport massique (agent/précurseur) égale à 1), a montré que ces carbones activés ont des propriétés texturales et structurales très développées (surface spécifique > 1300 m²/g), outre la microporosité et la supermicroporosité une mésoporosité développée apparaît, ce qui confère à ce produit d'excellentes propriétés d'adsorption dans une large gamme de porosité. Les analyses par spectroscopie électronique (ESCA) et microsonde X ont confirmé la forte teneur en carbone (83% en atomique). De même, l'étude de la chimie de surface suivant Bohem a

révélé une forte présence de groupements acides, notamment les fonctions carboxyliques et phénoliques qui jouent un rôle important dans le processus d'adsorption sélective. La capacité maximale du bleu de méthylène (BM) et de l'iode est estimée à 700 mg/g pour le BM et 1600 mg/g pour l'iode. Ces indices confirment les performances et les propriétés adsorbantes de ces charbons actifs. Dans le but d'une éventuelle application dans le traitement des effluents liquides, nous avons testé le charbon actif préparé à partir de la bagasse sur des polluants suivants : - Ions métalliques (chrome, cuivre, nickel et zinc) - Bactéries (*Escherichia Coli* *Enterococcus faecalis* - *Bacillus sibtulis*) indicateurs de présence de coliformes dans les eaux. Les résultats obtenus dans le cas des métaux lourds ont montré que notre charbon actif possède un pouvoir adsorbant très intéressant. Ce charbon actif pouvait aussi être utilisé pour réduire la pollution des effluents industriels par adsorption. Le traitement des cultures bactériennes sur le charbon actif préparé à partir de la bagasse a été comparé à celui du charbon actif commercial. Les résultats auxquels nous avons abouti, nous permettent de conclure que nos adsorbants possèdent des pouvoirs adsorbants plus intéressants que celles du charbon actif commercial. Il apparaît donc évident que ce charbon peut être utilisé dans les stations d'épuration pour éliminer les polluants présents dans l'eau.

**PROCEDE D'ELABORATION ET CARACTERISATION DE CHARBONS
ACTIFS A PARTIR DE RESIDUS FIBREUX DE LA CANNE A SUCRE : LA
BAGASSE**

**ET LEUR APPLICATION DANS LA FIXATION DES BACTERIES ET DES
METAUX LOURDS.**

RESUME DE L'INVENTION

La présente invention concerne le procédé d'élaboration de charbons actifs à partir de la bagasse, produit issu de l'industrie sucrière de la région du Gharb (Maroc). Les procédés d'activation chimique, par l'acide phosphorique développés dans cette étude, permettent d'obtenir des charbons actifs dotés d'une grande capacité d'adsorption.

La caractérisation des produits ainsi élaborés dans les conditions modérées (basses températures (300-400°C), temps d'activation d'une heure, rapport massique (agent/précurseur) égale à 1), a montré que ces carbones activés ont des propriétés texturales et structurales très développées (surface spécifique > 1300m²/g), outre la microporosité et la supermicroporosité une mésoporosité développée apparaît, ce qui confère à ce produit d'excellentes propriétés d'adsorption dans une large gamme de porosité. Les analyses par spectroscopie électronique (ESCA) et microsonde X ont confirmé la forte teneur en carbone (83% en atomique). De même, l'étude de la chimie de surface suivant Bohem a révélé une forte présence de groupements acides, notamment les fonctions carboxyliques et phénoliques qui jouent un rôle important dans le processus d'adsorption sélective.

La capacité maximale du bleu de méthylène (BM) et de l'iode est estimée à 700mg/g pour le BM et 1600mg/g pour l'iode. Ces indices confirment les performances et les propriétés adsorbantes de ces charbons actifs.

Dans le but d'une éventuelle application dans le traitement des effluents liquides, nous avons testé le charbon actif préparé à partir de la bagasse sur des polluants suivant :

- ✓ Ions métalliques (chrome, cuivre, nickel et zinc)
- ✓ Bactéries (*Escherichia Coli* *Enterococcus faecalis* – *Bacillus sibtulis*) indicateurs de présence de coliformes dans les eaux.

Les résultats obtenus dans le cas des métaux lourds ont montré que notre charbon actif possède un pouvoir adsorbant très intéressant. Ce charbon actif pouvait aussi être utilisé pour réduire la pollution des effluents industriels par adsorption.

Le traitement des cultures bactériennes sur le charbon actif préparé à partir de la bagasse a été comparé à celui du charbon actif commercial. Les résultats auxquels nous avons abouti, nous permettent de conclure que nos adsorbants possèdent des pouvoirs adsorbants plus intéressants que celles du charbon actif commercial.

Il apparaît donc évident que ce charbon peut être utilisé dans les stations d'épuration pour éliminer les polluants présents dans l'eau.

27229
FEB 2005

Handwritten signature

Description:

La pollution des eaux commence à prendre des dimensions inquiétantes aussi bien pour les eaux terrestres que pour le littoral marin. Les sources de pollution sont diverses, mais la plus importante reste les rejets des eaux usées : domestiques et industrielles.

Il semble donc judicieux d'orienter les activités de recherches scientifiques nationales dans le domaine de l'environnement, vers le développement de techniques économiques et simples à mettre en œuvre. Parmi ces techniques, on note l'adsorption sur charbon actif.

Les carbones activés sont utilisés pour des applications pratiques très nombreuses.

Dans le domaine écologique, plusieurs écosystèmes (atmosphère, eaux de mer, nappes phréatiques ...) sont mis en danger, entre autres, par les produits de combustion, et par le développement des activités industrielles qui entraînent des extensions considérables des risques d'intoxications au niveau de l'homme et au niveau de la plupart des autres formes vivantes. Ces dernières peuvent accumuler à des degrés divers dans leurs organismes des métaux lourds entraînant ainsi une concentration biologique à l'intérieure des chaîne trophiques. De même, on trouve que la pollution bactériologique générée par les eaux vannes contribue aussi à la dégradation de la qualité des ressources en eau. Cette dégradation se traduit par une augmentation des teneurs en coliformes Fécaux qui dépassent parfois 2000 coliformes Fécaux par 100ml. Ceci entraîne pendant la sécheresse, l'augmentation de l'incidence des maladies à transmission hydrique tels que le Choléra et la Fièvre Typhoïde.

Face à ces situations, on envisage plusieurs systèmes de traitement des eaux usées en vue de leur dépollution. On cite : l'adsorption sur charbon actif, précipitation, échange cationique, électrolyse ..., etc. Très souvent dans la description d'une station de traitement et d'épuration d'eau figure la mention « addition de charbon actif » ou « traitement complémentaire au charbon actif ». En effet, le charbon actif est actuellement un des moyens les plus sûrs pour le traitement de la pollution organique de certaines eaux résiduaires (industrielles ou urbaines) et pour l'affinage des eaux potables et industrielles, tandis que la pollution métallique et bactériologique restent jusqu'à nos jours un vrais problème, qui empêche plusieurs utilisation et réutilisation des eaux résiduaires.

Cette étude se place dans le cadre de la problématique générale que nous venons d'exposer et à la quelle s'intéresse notre équipe de recherche.

L'objectif visé dans le présent travail est donc de mettre au point un procédé simple et efficace de production (d'élaboration) de charbons actifs, par valorisation de sous produits agricoles de l'industrie sucrière la bagasse, dotés d'une texture poreuse leur conférant une grande capacité d'épuration de liquides grâce à leurs propriétés adsorbantes très développées, notamment dans l'élimination des métaux lourds utilisés dans plusieurs secteurs industriels ainsi que dans la dépollution microbienne des eaux domestiques.

Au Maroc, l'utilisation du charbon actif reste très limitée en raison du coût élevé de son importation.

L'implantation d'une industrie locale utilisant un précurseur peu coûteux serait une alternative intéressante. L'industrie sucrière représente une activité importante au Maroc et génère une quantité très importante de bagasse sous forme de déchet végétal, sa valorisation visant à obtenir des carbones activés est une voie très prometteuse.

La bagasse est un résidu qui résulte du broyage de la canne à sucre après extraction du jus sucré (vesou). Il constitue 24 à 30% du poids de la canne, celle ci contient environ 48% d'eau, 50% de fibres formées principalement de cellulose constituant le ligneux de la bagasse et un taux de sucre et d'impuretés allant de 2 à 4%.

La bagasse est composée de 42% de carbone, 6,035% de l'hydrogène, de 42,8% d'oxygène et 2,36% de nitrogène.

Nous avons utilisé l'acide phosphorique généralement, utilisé pour des précurseurs lignocellulosiques ; ce dernier a été choisi grâce au rôle important qu'il joue dans la création de structure poreuse dans les matériaux. Ainsi par son action acide, il intervient comme catalyseur de la déshydratation et la protection de la matière organique par inhibition des réactions d'oxydation du carbone. De plus, l'acide phosphorique constitue une richesse nationale ce qui nous a encouragé pour l'utiliser comme agent activant.

A fin d'obtenir des informations permettant une première sélection des adsorbants préparés et mettre en évidence l'effet des facteurs étudiés sur leur pouvoir adsorbant, nous avons effectué des tests d'adsorption d'une molécule organique, le bleu de méthylène (BM). C'est un colorant cationique de formule brute $C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot 2H_2O$, utilisé depuis longtemps pour évaluer les performances d'un charbon actif avant son emploi dans une installation d'épuration des eaux usées riche en matière organique soluble.

Les adsorbants qui présentent de bonnes propriétés d'adsorption de BM (BPA300 et BPA400) ont été caractérisés par différentes techniques d'analyses texturale et structurale, et des tests d'élimination de métaux lourds et de bactéries ont été effectués.

Mode d'application

Elimination des ions métalliques

La pollution des eaux par les métaux lourds, pose un problème d'ordre écotoxicologique, du fait qu'ils sont difficilement biodégradables. Le traitement nécessite fréquemment l'utilisation du charbon actif comme matériaux adsorbant dans les usines de préparation d'eau potable ou industrielle.

Dans ce but, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'adsorption des ions métalliques en solution aqueuse et à l'influence du pH en milieu acide sur de charbons actifs préparé à partir de la bagasse.

Les ions métalliques susceptibles d'être éliminés sont le chrome (Cr^{6+}) le cuivre le plomb le zinc le nickel l'aluminium.

L'étude cinétique d'adsorption des ions Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} et Cr^{6+} a été réalisée en se basant sur des volumes donnés de solution contenant une masse de 200 mg/l de l'adsorbant, les concentrations utilisées sont de 20 mg/l pour les quatre ions. L'ajustement de pH à été effectué par ajout de (HCl) ou (NaOH) 0,1N. Le suivi de la concentration des ions métalliques au cours du temps a été effectué à l'aide d'un spectromètre d'absorption atomique type GBC, 908 PBMT.

Cette étude montre que l'équilibre, s'établit rapidement pour tous les adsorbats. L'analyse des résultats obtenus montre que la capacité de notre échantillon de fixer les cations (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+}) est très important à $\text{pH}=[5-8]$. Le rendement d'élimination atteint respectivement 99%, 95% et 98% par comparaison avec un $\text{pH}=[1-4]$. Pour ce qui concerne Cr^{6+} , on observait un taux d'élimination de 80% à $\text{pH}=[1-4]$.

- Le matériau adsorbant renferme des fonctions oxygénées de surface qui se présentent sous forme de fonctions acides ayant tendance à libérer leur proton H^+ lors d'un échange avec un cation, ce qui n'est pas favorisé en milieu très acide où les protons H^+ sont plus libres et plus abondants.

- Contrairement au chrome qui se présente en solution sous forme d'anion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$, l'adsorption peut se produire sur des sites oxygénés actifs tels que les sites hydroxyles dont la charge dépend énormément de pH.

En effet, plusieurs auteurs ont déduit que les groupes hydroxyles liés aux carbones aliphatiques dans le charbon actif se comportent comme des bases fortes dans un environnement acide. D'où le développement d'une charge électrique positive à la surface, cette charge présente vis à vis des anions CrO_7^{-2} une attraction électrostatique.

Elimination des bactéries

Les eaux de surface contiennent de nombreux micro-organismes : champignons, bactéries et algues. Néanmoins, depuis que l'eau d'alimentation provient principalement du réseau d'adduction publique, seules les bactéries demeurent un problème pour les systèmes de purification d'eau.

Il serait, en pratique, difficile de contrôler avec une fréquence élevée l'absence de chacun des germes pathogènes susceptibles d'être présents dans l'eau. C'est pourquoi il est préférable de rechercher des espèces bactériennes pathogènes relativement simples et rapides à dénombrer qui indiquent une pollution fécale. Ces indicateurs de pollution sont appelés germes-tests, leur absence dans l'eau permet de s'assurer que le traitement s'est effectué correctement ce qui garantit l'élimination totale des microorganismes pathogènes.

Dans le but de montrer l'efficacité des carbones activés élaborés en les comparant avec le charbon actif commercial dans l'abattement des microorganismes nous avons effectué une série d'expérience, filtration sur colonne des cultures bactériennes de formes et de tailles différents, d'*Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* *Bacillus sibtulis* : indicateurs majeurs de la contamination fécale.

Préparation du système d'épuration

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au sein du laboratoire de la Microbiologie de la Faculté des Sciences Ben M'sik.

Nous avons utilisé des colonnes (des seringues de 10ml munis d'un disque de papier filtre à leur extrémité inférieure pour empêcher d'éventuelles fuites de charbon actif au cours de l'élution) chacune contenant respectivement une masse (1g) de charbon actif préparé à partir de la bagasse (BPA300 et BPA400) et du charbon actif commercial (CAC), ayant une granulométrie inférieure à 100 μm .

Les cultures bactériennes sont filtrées dans les mêmes conditions avec une vitesse minimale (1 cm^3/min) afin d'assurer un bon contact entre l'adsorbant et la solution. En vue d'obtenir une élution satisfaisante, un lavage avec 4 ml d'eau physiologique fraîchement préparée et stérile est réalisé juste après d'élution. Pour chaque filtration, on récupère le filtrat qui sera par la suite analysé.

Dilutions et dénombrement des bactéries

Aussitôt que les éluions sont réalisées, des dilutions des éluats en plus de la culture mère sont réalisées en cascade de 10 en 10 avec de l'eau physiologique stérile. Des prises de 0,1ml de chaque dilution sont introduites et étalées à l'aide d'un étaloir en verre stérilisé sur la surface des boîtes de Pétri. Ces boîtes sont ensuite incubées à 37°C. Après 24h d'incubation, les boîtes contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300, en respectant le facteur de 10, sont utilisées pour le comptage.

Résultats

Tests d'élimination des bactéries :

Les résultats illustrés dans le tableau ci-dessous et l'observation des boîtes de Pétri montrent bien l'efficacité de notre charbon actif vis à vis les souches bactériennes.

Comptage des bactéries en UFC/ ml (Unités Formant Colonies / millilitre).

Nombre des bactéries en UFC/ml	Solution mère	Filtrat CAC	Filtrat BPA300	Filtrat BPA400
<i>Escherichia coli</i>	18 10^7	8 10^2	0	0
<i>Enterococcus faecalis</i>	50 10^7	15 10^3	0	0
<i>Bacillus sibtulis</i>	20 10^7	6 10^7	0	0

Les solutions mères contiennent un nombre de bactéries supérieur à 10^7 UFC/ml ; lorsque ces solutions sont traitées par le charbon actif commercial (CAC) nous avons constaté diminution très remarquable.

Le traitement des solutions sur les charbons actifs préparés à partir de la bagasse, permet une élimination totale des souches bactériennes, nous n'avons détecté aucune bactérie dans les boîtes Pétri.

Saturation des carbones activés élaborés par les bactéries :

Nous avons essayée de testé la capacité maximale d'élimination d'*Escherichia Coli* par gramme de charbon actif.

- La saturation de BPA 300 est : $19 \cdot 10^{12}$ germes/gramme.
- La saturation de BPA 400 est : $45 \cdot 10^{13}$ germes/gramme.
- La saturation de CAC est : $20 \cdot 10^7$ germes/gramme.

Analyse par microscopie électronique à balayage (MEB) :

Analyse par MEB est effectué sur l'échantillon BPA400 avant leur utilisation dans les tests anti-bactériens et après leur saturation par *Escherichia Coli*.

L'observation des clichés montre que le produit BPA400 présente une structure poreuse très bien répartie dans l'ensemble du produit. Après saturation par (E.C) nous remarquons une formation des couches bactériennes avec remplissage des pores.

La fixation est sans doute le résultat d'interactions complexes entre le microorganisme, en particulier la paroi cellulaire et le support. Cette efficacité serait favorisée soit par l'hétérogénéité de la surface du matériau, soit par la présence de cations divalents soit de groupes C-OH, C=O, C-OOH au voisinage et sur le matériau, et surtout par l'adsorption de ce substrat par le support.

Régénération du charbon actif saturé par (E.C) :

Du fait du coût du matériau et de ces capacité d'adsorption nous avons régénéré par voie thermique le charbon actif saturé par E.C. Pour cela, la méthode consiste à porter le matériau jusqu'à 250°C pendant 1heure.

Le traitement d'une solution d' *Escherichia Coli* contient $5 \cdot 10^8$ UFC/ml par le produit BPA300 régénéré conduit à l'élimination totale de la souche bactérienne.

On peut dire, qu'on plus de la grande capacité de rétention de ce matériau vis à vis les bactéries on peut réutilisé les charbons actifs saturés par simple régénération thermique.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'élaboration et caractérisation de charbons actifs à partir de la bagasse, caractérisé en ce qu'on suit les étapes suivantes :

procédé adopté l'activation chimique de la bagasse broyée (particule de taille moyenne 1 mm) par l'acide phosphorique de concentration (80%). le rapport massique (acide/précurseur) égale à 1. Le malaxage du mélange est effectué pendant une durée de 10 mn à température ambiante. La pâte obtenue a été introduite dans l'étuve à 120°C pendant 24h. Le produit carboné obtenu, dénommé BP, est traité thermiquement sous air à différentes températures 250, 300, 400, 500°C dans un four à moufle pendant une heure, le produit fini préparé sera dénommé BPAT (A : air, T : température). Les échantillons sont ensuite lavés par l'eau dans un soxhlet pendant 72 heures pour en extraire l'acide en excès, puis séchés dans l'étuve à 80°C pendant 12 heures. Les produits préparés sont broyés (granulométrie $G < 100 \mu\text{m}$) puis stockés dans un dessiccateur avant leur utilisation. Le rendement en charbon atteint est de 56%.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que les propriétés texturales des carbones activés élaborés ont été caractérisés par adsorption/désorption d'azote à 77K, sur un appareil volumétrique COULTER OMNISORP100 du (L.C.T.S) à Bordeaux. L'exploitation complète des isothermes d'adsorption et de désorption obtenues permet de définir la texture des produits BPA300 – BPA400 comparés avec charbon actif commercial (CAC).

- Surfaces spécifiques obtenues par la méthode BET atteint 1301, 1217 et 900 m^2/g respectivement pour BPA300, BPA400 et le CAC. Ceci, se traduit par le rôle catalytique de H_3PO_4 dans la dépolymérisation et dans le maintien des noyaux aromatiques en désordre orientationnel puis la formation des Unités Structurales de Base (USB) qui sont probablement assez écartées pour former la porosité.
- Les volumes poreux sont très importants et les volumes des micropores établi à partir de l'équation de Dubinin–Radushkevich. Indiquent que la majeure partie du volume est développée par les micropores.
- La répartition du volume en fonction des dimensions des pores pour BPA300 et BPA400 a été calculée par la méthode de Barret, Joyner et Halenda, connue sous le nom de la méthode de B.J.H en se basant sur l'analyse de la branche de désorption.
 - La courbe différentielle du produit BPA300 met en évidence l'existence d'une seule famille de pores qui se compose de micropores dont le rayon égal à 1,8nm.
 - En revanche, celle de BPA400 montre l'existence dominante de micropores de rayon 1,2nm, mais aussi des pores de plus grandes dimension, les mesopores, de rayon égal à 6,9nm.

3. Procédé selon les revendications 1 et 2 caractérisés en ce que les caractéristiques morphologiques par microscopie électronique à balayage (MEB).

L'observation des clichés obtenus montre que l'activation de la bagasse en présence de l'acide phosphorique a une influence notable sur la morphologie, en effet :

- La bagasse se présente sous forme des grains avec une forme géométrique particulière c'est un produit non poreux (figure 1).
- Pour BPA400 (figure 2) et BPA300, on observe une porosité bien distinguée et qui présente une structure microporeuse très bien répartie dans l'ensemble du produit, outre la microporosité et la supermicroporosité une mésoporosité développée apparaît, ce qui devrait conférer à ce carbone activé d'excellentes propriétés d'adsorption dans une large gamme de porosité.

4. Suivant les revendications 1,2 et 3, nous avons appliqué la technique de spectroscopie XPS aux échantillons BB, BPA300 et BPA400. La méthode d'analyse ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) permet de caractériser en ce que la détermination de la teneur des éléments existants à la surface du matériaux. Nous avons utilisés un appareil de type VG 25i XL équipé d'une source en magnésium Mg ($K\alpha=1,4785$, puissance 15 kV x 35 mA).

L'analyse des résultats permet de constater une augmentation importante du pourcentage atomique du carbone, dans BPA300 (78%) et dans BPA400 (83%) par rapport à BB (68%). En revanche, la teneur en oxygène a fortement diminuée de 29% dans la Bagasse Brute à (17% dans BPA300 ET 12% dans BPA400).

Ceci vient du fait que l'acide phosphorique a joué son rôle dans la catalyse de la déshydratation et dans la protection de la matière organique contre l'oxydation.

On note également, une apparition d'un très faible taux de phosphore avec l'augmentation de la température (300-400) et on assiste à l'insertion de cet élément dans le squelette carboné. Les autres éléments n'existent qu'en très faible proportion.

5. Suivant la revendication 4, en plus de la composition chimique de surface d'un échantillon, on peut déterminer grâce à l'analyse par ESCA les groupes de fonction de surface.

Pour connaître les liaisons dans les quelles l'atome de carbone est engagé et dans quelle proportion, nous avons effectué une décomposition du pic du carbone grâce à un traitement informatique du spectre XPS.

Les résultats d'analyse montrent que lors de l'activation de BB avec l'acide phosphorique et avec l'augmentation de la température, on a pu augmenter le taux du carbone graphite C(sp²) qui est passé de 20% dans BB à 87% dans BPA400.

Ceci est justifié par la formation de couches aromatiques du graphite avec l'apparition des fonctions COOP formées entre l'acide phosphorique et les bords de couche aromatique.

6. Suivant la revendication 5, Les groupements chimiques de surfaces carbone oxygène sont les plus importantes fonctions influençant les propriétés de surface des carbones adsorbants. Nous avons adopté pour le dosage quantitatif des groupements fonctionnels des produits BB, BPA300 et BPA400. Le mode opératoire préconisé par BOEHM (1966) est un dosage acido-basique.

Les valeurs des fonctions de surface des carbones activés sont données dans le tableau :

	GI : Fonctions carboxyliques meq/g	GII : Fonctions Lactones meq/g	GIII : Fonctions hydroxyles meq/g	Fonctions basiques meq/g
BB	0,370	0,050	0,600	0,820
BPA300	0,600	0,021	0,900	0,026
BPA400	0,580	0,046	0,864	0,008

D'après les résultats obtenus, il s'avère que l'activation chimique par l'acide phosphorique permet d'améliorer la chimie de surface tel que : les groupements acide, notamment, les groupements carboxyliques et hydroxyles qui jouent un rôle très important dans le processus d'adsorption sélective. Les produits BPA300 et BPA400 ne présentent pratiquement plus de fonction basique.

7. Suivant la revendication 6, pour évaluer les performances des carbones activés élaborés, nous nous sommes intéressés à l'adsorption de deux molécules. Il s'agit, d'une molécule organique le bleu de méthylène (BM) et de l'iode souvent utilisés comme molécule sonde pour évaluer des performances du charbon actif avant son emploi dans les installations de purification de l'eau.

Pour mieux comprendre le mécanisme de transfert du soluté dans la phase liquide, nous avons procédé à une confrontation de nos résultats d'adsorption avec les modèles mathématiques les plus couramment utilisés : Langmuir, Freundlich et Elovich.

Indice de (BM) : d'après les valeurs des résultats obtenus on constate qu'on a un phénomène d'adsorption superficiel confirmé par la meilleure capacité maximale d'adsorption calculés à partir du modèle de Langmuir et estimé à 714mg/g pour BPA400 et 525 pour BPA300.

Indice de (iode) : l'analyse des résultats montre que les carbones activés préparés à partir de la bagasse présentent une capacité maximale d'adsorption extragranulaire très importante et estimé à 1666mg/g pour BPA300 et pour BPA400 dans le cas du modèle de Langmuir.

Toutefois la molécule d'iode est fortement adsorbée à cause de sa petite taille ce qui correspond au valeurs obtenus par le modèle de Freundlich qui tient compte d'un phénomène d'adsorption intragranulaire.

Les tests d'adsorption du bleu de méthylène et de l'iode effectués sur les produits élaborés montrent que ces produits sont très performants. Les indices du bleu de méthylène et de l'iode confirment les performances et les propriétés adsorbantes de ces carbones activés préparés à partir de la bagasse par comparaison avec le charbon actif commercial.



figure 1



figure 2

سید مرتضیٰ
1397/12/12