

Production et caractérisation d'un charbon actif à base de coques d'arachide suivie d'un test de dépollution d'eaux usées avec le charbon actif en poudre, CAP

Alhassane Diami DIALLO^{1*}, Siné DIAKITE², Ahmed Sékou DIALLO³ et Cellou KANTE¹

¹ Institut Supérieur de Technologie Mamou, Département Techniques de Laboratoire,
Laboratoire Chimie Analytique, BP 63 Mamou, Guinée

² Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Faculté des Sciences, Laboratoire Chimie Analytique, Guinée

³ Institut Supérieur des Mines et Géologie de Boké, Laboratoire Qualité des Eaux, Guinée

(Reçu le 24 Novembre 2021 ; Accepté le 25 Octobre 2022)

* Correspondance, courriel : alhassanediemi1@gmail.com

Résumé

Le but de ce travail est de produire et caractériser les charbons actifs préparés à partir des coques d'arachides pour la dépollution des eaux usées de la rivière Mamouwol. Les échantillons de coques d'arachides carbonisés ont été activés avec l'acide sulfurique à 15 ; 25 et 35 % puis nous avons déterminé le taux d'activation, les indices d'iode et de bleu de méthylène (BM) et enfin procéder aux essais d'épuration des eaux usées. L'activation chimique à l'aide de l'acide sulfurique des charbons a montré que pour le charbon actif en poudre, le taux d'activation est proportionnel à la concentration de l'acide, contrairement au charbon actif en grain. Les résultats montrent que, les charbons actifs sont efficaces pour la correction des paramètres comme la turbidité, les matières en suspension (MES), la conductivité, les nitrites, les nitrates, l'oxygène dissous, la DCO et la DBO₅. Aussi une réduction de 60 % du taux de fer a été observée alors que le taux de phosphates éliminé a été de moins de 50 % par le CAP. L'élimination complète les coliformes totaux et fécaux n'a pas été possible. Les essais d'épuration nous ont montré que le meilleur charbon a été celui activé avec 15 % d'acide suivi de celui avec 25 % et celui avec 35 %. Cette étude permet d'observer que le charbon actif en poudre préparé à partir des coques d'arachides pourrait être une alternative crédible pour les pays en développement dans la maîtrise de la pollution et la protection de l'environnement.

Mots-clés : *production caractérisation, dépollution, eau, charbon, actif.*

Abstract

Production and characterization of an activated carbon based on peanut shells followed by a wastewater treatment test with powdered activated carbon, CAP

The aim of this work is to produce and characterize activated carbons prepared from peanut shells for the depollution of wastewater from the Mamouwol River. The samples of carbonized peanut shells were activated with sulfuric acid at 15, 25 and 35 % and then we determined the activation rate, the iodine and methylene blue (BM) indices and finally proceeded to the wastewater treatment tests. The chemical activation with sulfuric acid of the carbons showed that for powdered activated carbon, the activation rate is proportional to

the concentration of the acid, contrary to granular activated carbon. The results show that activated carbons are effective for the correction of parameters such as turbidity, suspended solids (SS), conductivity, nitrite, nitrate, dissolved oxygen, COD and BOD5. Also a 60 % reduction of iron was observed while the phosphate removal rate was less than 50 % by the WTP. The complete removal of total and fecal coliforms was not possible. The purification tests showed that the best carbon was the one activated with 15 % acid, followed by the one with 25 % and the one with 35 %. This study shows that powdered activated carbon prepared from peanut shells could be a credible alternative for developing countries in pollution control and environmental protection.

Keywords : *production, characterization, depollution, water, coal, activated carbon.*

1. Introduction

La gestion des déchets reste de nos jours un des principaux problèmes pour les pays surtout ceux en développement. Les progrès techniques de l'homme ont des impacts sur l'environnement. L'action de l'homme dans son milieu est telle que la vie de l'homme sur notre planète est sous la menace de disparition [1]. La chimie, les matériaux et les procédés qui leur sont associés, sont sources d'atteintes environnementales et se doivent d'innover fortement avec des solutions techniques et une utilisation rationnelle de la matière première [2]. C'est ainsi qu'il est nécessaire de concevoir des procédés faisant état des enjeux liées à l'utilisation des voies raisonnables et équilibrées des ressources naturelles, afin d'assurer une coexistence harmonieuse de l'homme et de la nature. Aussi, adapter des solutions technologiques plus respectueuses de l'environnement par l'intégration des techniques de recyclage pour un développement durable, puisque, l'urgence de sauvegarder l'environnement et le développement durable sont à l'origine du concept de "chimie verte" [3]. Dans ce contexte où l'environnement est de plus en plus menacé, la maîtrise ou la réduction des rejets de polluants d'eaux usées dans la nature est une actualité. La qualité de l'eau, qu'elle soit destinée à la consommation humaine, à l'irrigation ou tout simplement rejetée dans la nature, vers les rivières, les océans ou le sol, est devenue un problème capital et un souci majeur pour les pouvoirs publics, les instances et organismes. L'accès à une eau potable est certainement une des principales conditions pour une meilleure hygiène de vie, cependant à cause de leur utilisation irrationnelle par l'homme, les ressources en eau subissent de graves agressions avec la dégradation de ses qualités, entamant ainsi son rôle de garante de la vie [4]. Selon l'OMS, la population mondiale va atteindre 7.9 milliards en fin 2022 et près de la moitié de cette population n'a pas accès à une eau potable, 2.5 milliards ont peu accès à l'assainissement et 1.2 milliard n'ont aucun accès à l'assainissement. Chaque année, huit millions de personnes dont 1.8 million d'enfants meurent des suites d'une pathologie liée à la consommation d'une eau insalubre. Pour remédier à cette mortalité honteuse pour l'ensemble de la communauté internationale, l'exigence définie dans les objectifs du millénaire pour le développement (OMD) consiste en la réduction de moitié du nombre de personnes n'ayant pas accès à une eau potable [5]. Aussi, le rejet brutal et massif de résidus dans le milieu naturel a conduit à l'apparition de nombreux risques pour l'équilibre du milieu naturel et des écosystèmes, mais aussi pour l'homme lui-même, qui est le producteur de ces déchets et instigateur de ce grand déséquilibre [6]. Les eaux usées d'origine industrielle ou domestique contiennent généralement des composés organiques et/ou inorganiques en concentrations élevées qui peuvent être toxiques. Dans certains cas, elles peuvent aussi contenir des micro-organismes pathogènes [7]. Ceci doit donc stimuler et encourager l'amélioration des techniques de dépollution et le développement de nouveaux procédés permettant de satisfaire et de se conformer aux normes internationales de plus en plus contraignantes. L'élimination des certains polluants solubles dans les effluents industriels ou domestiques peut se faire par des techniques dont l'adsorption, l'électrolyse, la flottation, la précipitation, les échanges d'ions, l'extraction ou la filtration membranaire [8]. De toutes ces possibilités, l'adsorption avec les charbons actifs peut constituer une alternative simple, sélective et

économiquement acceptable pour le traitement de la pollution des eaux usées surtout pour les pays en développement. Le charbon actif est un matériau composé principalement de matière carbonée à structure poreuse. De part cette porosité, la surface développée par le charbon actif est importante et peut atteindre plus de 1500 m² par gramme de charbon actif [9]. Le traitement des eaux usées avec du charbon actif permet d'éliminer un large spectre de composés tout en améliorant la qualité des eaux usées de manière significative [10]. La République de Guinée est un pays de 12 millions d'habitants [11]. Répartis sur une superficie de 245 857 km² dont 80 pour cent de cette population pratique l'agriculture. Les principales cultures sont entre autres : le riz, le fonio, le manioc, le maïs et l'arachide. Si certaines cultures sont spécifiques à certaines régions, l'arachide par contre est cultivée sur la majorité des régions naturelles et Préfectures, dont Mamou. Cette agriculture produit d'énormes déchets solides qui polluent l'environnement. La valorisation de ces déchets agricoles (notamment l'arachide) par la production de charbons actifs pour leur utilisation dans l'épuration des eaux usées de la rivière Mamouwol, est l'objectif général de ce présent travail. Spécifiquement, cette étude nous permettra de :

- Produire du charbon par une activation physique à travers un carbonisateur
- Activer ce charbon avec l'acide sulfurique à 15 ; 25 et 35%
- Effectuer les essais d'épuration sur les différents charbons activés après un prélèvement d'eau usée sur la rivière Mamouwol.

Ceci nous permettra d'observer l'efficacité de l'utilisation de ce charbon actif végétal pour le traitement de la pollution physico-chimique et microbiologique des eaux usées de rivière.

2. Matériel et méthodes

2-1. Description de la zone d'étude

Cette étude a eu lieu dans la préfecture de Mamou située à 270 km de la Capitale Conakry entre 10°22'39.93"N et 12°5'2.57"W à une altitude moyenne de 700 m, avec un climat caractérisé par l'alternance de deux saisons de même durée, la saison sèche de novembre à avril et la saison pluvieuse de mai à octobre, les précipitations oscillent entre 1600 mm et 2000 mm, avec une température moyenne annuelle de 25°C. Elle couvre une superficie de 8000 km² avec une population de 318738 habitants (2014) [12].

2-2. Préparation du charbon actif (CA)

2-2-1. Échantillonnage

L'échantillonnage a consisté à récolter des coques d'arachides à Mamou et particulièrement dans la commune urbaine, la sous - préfecture de Timbo et dans la sous-préfecture de Dounet. Ces zones sont reconnues productrices d'arachides. La caractérisation à l'état naturel à consister à faire sécher les coques d'arachides au soleil pendant trois (3) jours et à les séparer des impuretés (cailloux, feuilles, etc.).

2-2-2. Carbonisation

Pour la réalisation de ce travail, nous avons conçu et fabriqué un carbonisateur composé d'une chambre de carbonisation se trouvant au milieu du carbonisateur. Autour de la chambre de carbonisation on introduit le combustible. (Voir les images ci-dessous).

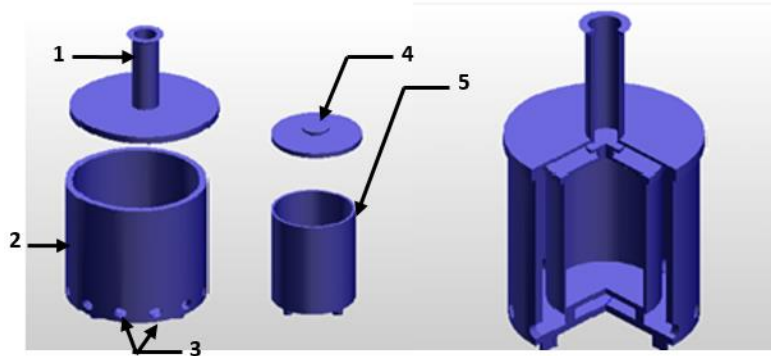


Figure 1 : Différents composants du carbonisateur et la coupe en perspective
 1- Cheminée 2- Cylindre d'aération 3- Trous d'aération
 4- Bouchon 5- Chambre de carbonisation

2-2-3. Calcul des rendements de la carbonisation

Le calcul du rendement de la carbonisation a été déterminé selon la **Relation** ci-dessous.

$$r = \frac{m \text{ obtenue}}{m \text{ carbonisée}} * 100 \quad (1)$$

où, *m obtenue* est la masse de charbon obtenue après la carbonisation et *m carbonisée* la masse de la prise d'essai.

2-2-4. Obtention du charbon actif en grain ou charbon actif granulé (CAG) et du charbon actif en poudre (CAP)

Après obtention du charbon, celui-ci est pulvérisé puis tamisé sur un tamis dont les pores ont moins de 10 nm de diamètre. La poudre fine obtenue est du Charbon actif en poudre (CAP) alors que le résidu du tamisage constitue du Charbon actif en grain (CAG).



Figure 2 : Coques d'arachides, charbon actif en grain (CAG) et Charbon actif en poudre (CAP)

2-3. Activation chimique des charbons

L'activation chimique est une activation en phase liquide : le matériau traité préalablement est imprégné dans l'agent activant puis carboniser sous atmosphère inerte. L'acide phosphorique, le chlorure de zinc et l'acide sulfurique comptent parmi les agents d'activation les plus utilisés. Pour cette étude nous avons choisi comme agent activant l'acide sulfurique, H_2SO_4 à 15 %, 25 % et 35 %. Ainsi, dans trois béchers de 250 mL chacun, on introduit 5g de CAP ou CAG et 50 ml de solution d'acide. Le mélange obtenu est agité pendant 24h sur agitateur

magnétique à la température ambiante. Après filtration sur papier filtre sans cendre, l'échantillon est lavé abondamment à l'eau distillée puis séché à l'étuve pendant 24h. A la sortie de l'étuve, l'échantillon est refroidi dans un dessiccateur pendant 15min et pesé. Refaire la même procédure pour chacune des concentrations de l'acide [13].

2-4. Caractérisation des charbons actifs

2-4-1. Détermination de l'indice d'iode

L'indice d'iode, exprimé en mg/g, est la quantité d'iode (en mg) adsorbée par 1 g de charbon actif dans une solution aqueuse de I₂ de normalité 0,02 N. Il caractérise les zones accessibles à toute particule de taille inférieure ou égale à celle de la molécule I₂. Pour déterminer l'indice d'iode nous avons utilisé une méthode qui est une adaptation de la méthode CEFIC et de la norme AWWA B600-76. Pour cela, dans un bécher de 100mL, on place 0,2g de poudre de charbon actif (granulométrie inférieure à 0,1mm), puis on ajoute à la pipette 20mL d'une solution d'I₂ 0,02 N. Le mélange est agité pendant 4 à 5 min, puis on filtre au Büchner sur papier filtre sans cendre. On dose 10 mL du filtrat par une solution de Na₂S₂O₃ 0,1N. L'empois d'amidon a été utilisé comme indicateur coloré [14].

$$\text{Indice d'iode (mg. g}^{-1}\text{)} = \frac{[C_0 - \frac{C_n V_n}{2V_{I_2}}]}{m_{CA}} * M_{I_2} * V_{ads} \quad (2)$$

où, C₀ est la Normalité de la solution initiale d'iode ; C_n la Normalité de la solution de thiosulfate de sodium ; V_n le volume de la solution de thiosulfate de sodium à l'équivalence (mL) ; V_{I₂} le volume de solution d'iode dosé (10 mL), M_{I₂} la masse molaire moléculaire de l'iode (254 g·mol⁻¹) ; V_{ads} le volume d'adsorption (20 mL) et m_{CA} la masse de charbon actif (g).

2-4-2. Détermination de l'indice de bleu de méthylène (BM)

L'indice de BM permet d'évaluer les méso pores et les macropores, ce qui est synonyme d'une forte capacité d'adsorption de grosses molécules. Il est défini comme étant le volume, en millilitre (mL), de la solution standard de bleu de méthylène décolorée par 0,1 g de charbon actif anhydre. La méthode utilisée pour déterminer l'indice de BM est celle du Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique (CEFIC).

- **Préparation de la Solution standard**

Dans une fiole jaugée de 1L, on introduit 1,2 g de BM et on ajoute de l'eau distillée jusqu'au trait de Jauge. La solution est laissée au repos pendant une nuit. La solution est testée à l'acide acétique 0,25 % (5mL pour 1L de solution). La concentration de la solution est déterminée par un spectrophotomètre UV-Visible 200-960nm Spectrumlab ST-UV7528, Accuracy ± 2nm à λ = 620 nm [15].

- **Mode opératoire de la Détermination de l'indice de BM**

Dans un bécher de 250 mL, on mélange 100 mg de poudre sèche de charbon actif et 100mL de la solution standard et on porte le mélange sous agitation magnétique pendant 20 min. Après filtration, on mesure la concentration résiduaire de BM au spectromètre UV à la longueur d'onde λ = 620 nm.

L'indice de BM, Q_{BM} se calcul selon la relation :

$$Q_{BM} = \frac{100 * V * M(C_i - C_r)}{m_{CA}} \quad (3)$$

où, V est le volume de la solution de BM en litre ; M, la masse molaire de BM (295.5g/mol) en mg/litre; C_i la concentration initiale de la solution de BM ; C_r la concentration restante de la solution de BM ; m_{CA} la masse de charbon actif utilisé en gramme.

2-5. Échantillonnage des eaux usées

L'échantillon d'eaux usées a été prélevé au niveau de la rivière Mamouwol où la pollution est plus forte [16]. L'échantillon a été traité par trois (3) adsorbants activés à 15 %, 25 % et 35 % et pour chaque concentration, trois (3) essais ont été effectués. Les résultats pour chaque paramètre représentent ainsi la moyenne trouvée.

3. Résultats et Discussion

3-1. Préparation des charbons actifs

3-1-1. Température de Carbonisation

La production des charbons actifs commence par le processus de carbonisation. La **Figure** ci-dessous nous montre la variation de température au cours des différentes phases de ce processus.

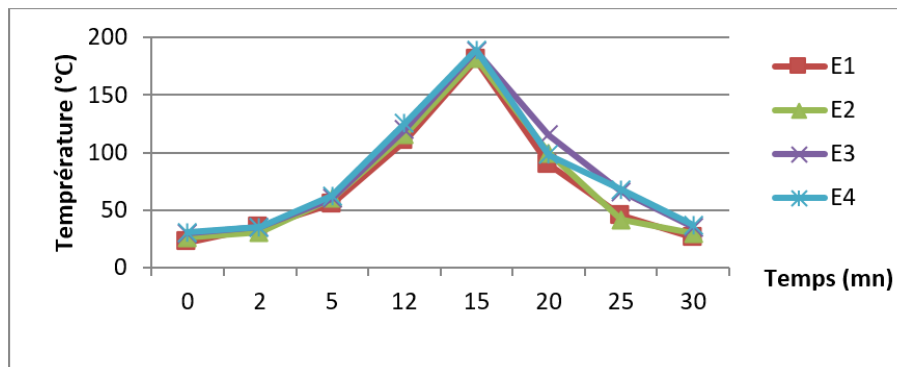


Figure 3 : Variation de la température de carbonisation des échantillons

Les courbes de température montrent que le processus d'activation physique (carbonisation) dure en moyenne trente (30) minutes et se déroule en trois (3) phases. Phase 1 : Entre 0-5 mn, la température est d'abord celle ambiante pour atteindre ensuite 50°C. Phase 2 : Entre 5-15 mn, on observe l'accroissement de la température pour une moyenne de 50°C chaque palier de 5mn pour atteindre 180 à 190°C au bout de 15 mn de carbonisation. Phase 3 : c'est la phase de refroidissement où la température dans le carbonisateur baisse en palier pour un refroidissement presque total au bout de 15 autres minutes. Ainsi, la température maximale de carbonisation de nos échantillons est entre 180 et 190°C. Cette température est inférieure à celle de la carbonisation en laboratoire avec l'acide phosphorique pour la préparation charbons actifs à base de noix de coco (500 à 700°C) ainsi qu'à celle de l'activation physique des charbons à base de coques de noyaux de Balanites (400°C).

3-1-2. Résultat des rendements de la carbonisation

Après obtention des charbons par carbonisation, nous avons procédé à la détermination du rendement de ce processus. Les résultats se trouvent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Résultat des rendements

Echantillon	Prise d'Essai	Masse Obtenue	Rendement (%)
1	250,15	102,61	41,02
2	250,55	102,57	40,94
3	250,75	102,72	40,97
4	250,25	101,98	40,75
	1001,7	409,88	40,92

La carbonisation de quatre (4) échantillons de coques d'arachides pour la production de charbon actif permet de déduire que :

- Le rendement varie de 40,75 % à 41,02 % en fonction de la quantité de la matière première carbonisée ;
- Pour un total de 1001.7 grammes de coques carbonisées, nous avons obtenu 409,88 g de charbon activé, soit un rendement moyen de 40,92 %
- Ce rendement est meilleur que le rendement de la préparation des charbons actifs à base de noyaux de *Balanites Egypitiaca* par activation chimique avec l'acide phosphorique à 5 et 15 % (27.5 et 36.6 % respectivement) ; de *Zizyphus Mauritania* (17,8 à 27,4 %) et au rendement moyen pour les charbons actifs à base de noix de coco par voie chimique (37,91 %).
- ce résultat montre que l'activation physique (carbonisation) à travers notre carbonisateur est efficace dans le cadre de la production de charbon actif végétal.

3-2. Activation chimique des charbons

- **Variation du taux d'activation du CAP et du CAG en fonction de la concentration de l'agent activant**

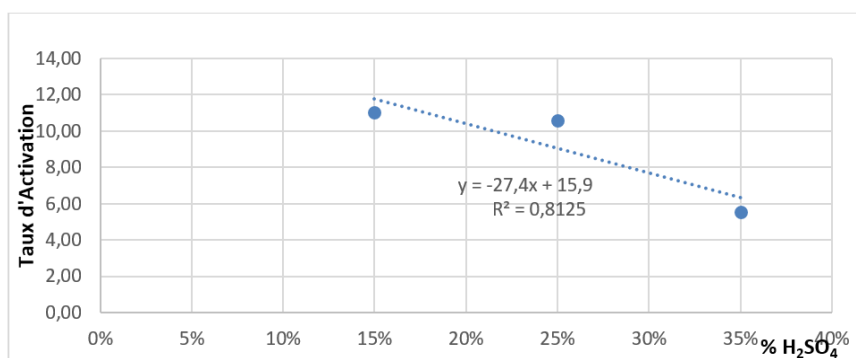


Figure 4 : Taux d'activation du CAP en fonction de la concentration de H₂SO₄

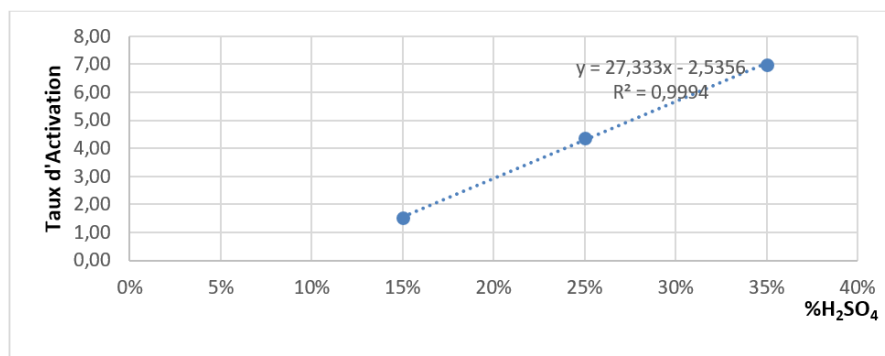


Figure 5 : Taux d'activation CAG en fonction de la concentration de H₂SO₄

Les résultats pour l'activation des charbons actifs présentés par les **Figures 4 et 5** montrent que :

- pour les CAP, le taux d'activation est inversement proportionnel à la concentration de l'agent activant. Ainsi, ce taux passe de 11,03 % pour 15 % de H_2SO_4 à 5,55 % pour 35 % de H_2SO_4 ;
- pour les CAG, le taux d'activation augmente avec la concentration de H_2SO_4 . Ainsi, le charbon est moins activé avec 15 % de H_2SO_4 et mieux activé avec 35 %. Les CA n'ont pas eu le même comportement vis-à-vis de l'agent activant, le H_2SO_4 .

3-3. Caractérisation des Charbons actifs

3-3-1. Indice d'iode des CAP et CAG

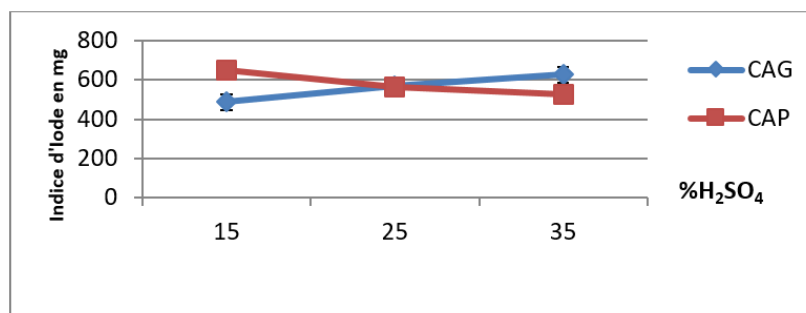


Figure 6 : Variation des Indices d'iode des CAP et CAG en fonction de la concentration de l'agent Activant

La détermination des indices d'iode des CAP et CAG en fonction de la concentration de l'agent activant permet de constater que cet indice d'iode est plus grand pour le CAP avec 15 % de H_2SO_4 , alors que l'indice le plus bas a été observé avec le CAG avec 15 % de H_2SO_4 . Les résultats obtenus permettent de conclure aux observations ci-dessous :

- l'indice d'iode du CAP est inversement proportionnel avec la concentration d'acide ;
- pour le CAG, cet indice est proportionnel avec la concentration d'acide.

Par conséquent les CAP avec 15 % H_2SO_4 et CAG à 35 % sont plus apte à être utilisé pour la dépollution. Ces valeurs sont cependant inférieures aux indices d'iodes de noyaux de *Balanites Eggyptiaca* et de *Zizyphus Mauritania* activés avec H_3PO_4 et KOH à 5 ; 15 et 25 % mais supérieures aux indices d'iode des charbons actifs à base de rafles de régimes de palmes de Yaoundé au Cameroun (46 à 111 mg/L).

Les charbons actifs des coques d'arachides ont donc des pores accessibles à la molécule d'iode. Ils montrent ainsi une microporosité plus forte chez le CAP à 15 % et le CAG à 35 %.

3-3-2. Indice de Bleu de Méthylène (BM) des CAP et CAG

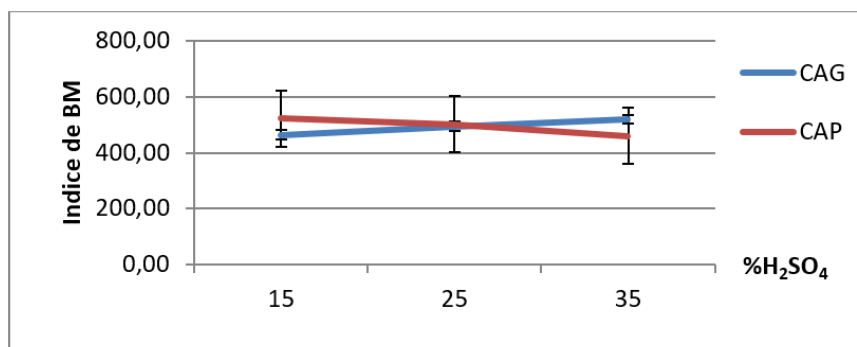
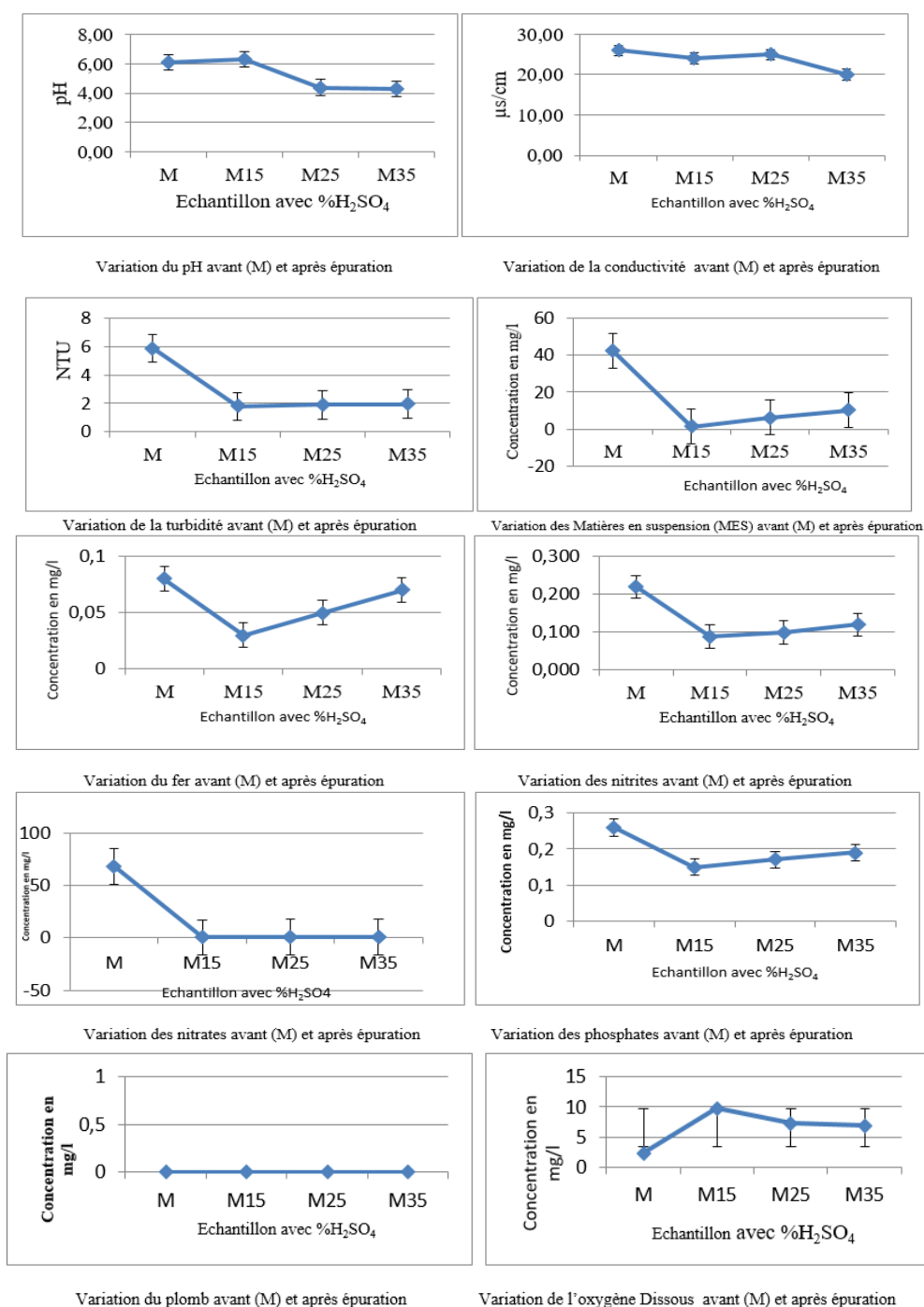


Figure 7 : Variation des Indices de BM des CAP et CAG en fonction de la concentration de l'agent Activant

La **Figure 7** de la détermination des indices de BM nous montre que pour le CAP, cet indice est inversement proportionnel (de 521,56 à 460.09) à l'augmentation de la concentration de H₂SO₄ contrairement au CAG dont l'indice est proportionnel (de 464,53 à 519,19) à l'accroissement de la concentration. Les résultats nous montre aussi que les charbons actifs préparés à base de coques d'arachides par activation avec l'acide Sulfurique à 15 % pour CAP et 35 % pour CAG développent de meilleures capacités d'adsorption de BM. Ces résultats sont dans les moyennes des indices de BM pour Balanites Egypitiaca et de Zizyphus Mauritania activés avec H₃PO₄ et KOH [17]. Ainsi, les charbons actif à indice de BM plus élevés sont le CAP à 15 % et CAG à 35 % de H₂SO₄.

3-4. Résultat de l'épuration d'eaux usées sur CAP

3-4-1. Paramètres physico-chimiques



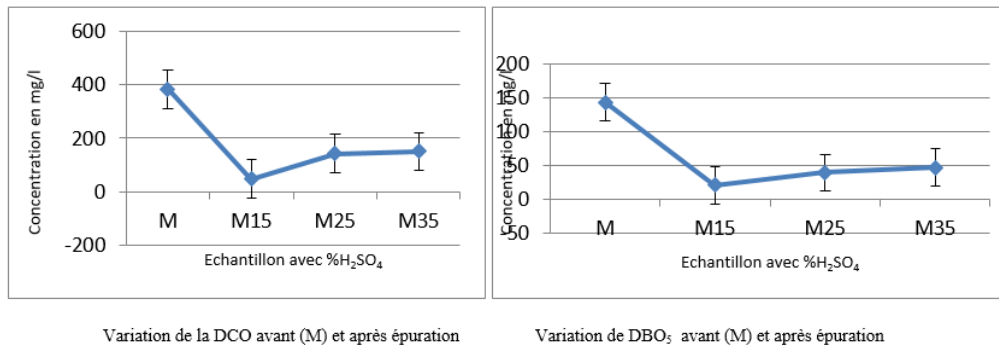


Figure 8 : Résultat des paramètres physico-chimiques

M est l'échantillon avant l'essai d'épuration prélevé sur la rivière Mamouwol ; M15, le charbon actif en poudre activé avec 15 % d'acide sulfurique ; M25, le charbon actif en poudre activé avec 25 % d'acide sulfurique ; M35, le charbon actif en poudre activé avec 35 % d'acide sulfurique.

3-4-1-1. pH

La détermination du pH avant épuration a permis de constater que les eaux de la rivière Mamouwol sont acides et restent acides après épuration malgré une décroissance du pH passant de 6.09 avant épuration à 4.30 après épuration soit une baisse de 25 %. La plus forte baisse a été observée au niveau de M25, adsorbant activé à 25 %. Ceci, nous a montré que la correction du pH des eaux est possible avec le charbon actif en poudre (CAP).

3-4-1-2. Conductivité

La conductivité des eaux analysées varie de 26 à 69 mg/l avant épuration. Après épuration sur les adsorbants, ces valeurs sont descendues à 24mg/l (M15), 25 mg/l (M25) et 20 mg/l (M35) soit une baisse variant entre 7.62 et 71.01 %. Les adsorbants ont été efficaces pour le traitement de la conductivité des eaux usées et le plus efficace est celui activé à 25 %. Les résultats de ce travail nous montre que l'efficacité du charbon actif pourrait être lié à la concentration de l'agent activant et donc au taux d'activation.

3-4-1-3. Turbidité

Le résultat de la turbidité avant épuration qui est de 5.89 NTU montre que ces eaux sont impropres et pourraient abriter des microorganismes indicateurs de pollutions animales et ou humaines (2016) [18]. La figure 8 montre la variation de ces valeurs après épuration sur des adsorbants activés. De cette figure il ressort que les charbons actifs sont efficaces pour l'épuration des eaux usées et l'adsorbant activé à 15 % est le plus efficace pour le traitement de la turbidité sur charbon actif. Ce résultat montre que l'efficacité de l'épuration est liée à la concentration de l'agent activant.

3-4-1-4. Matières en Suspension (MES)

La détermination des matières en suspension (MES) des eaux de la rivière Mamouwol, montre que ces eaux sont très chargées (42.49 mg/l de MES). L'essai d'épuration sur CAP activé à 15 ; 25 et 35 % d'acide sulfurique a permis un abaissement de cette charge polluante de 97.15 % pour le CAP à 15% (soit à 1.21 mg/l) ; 85.43 % pour le CAP à 25 % (soit à 6.19mg/l) et 75.94 % pour le CAP à 35 % (soit 10.22mg/l). Ces résultats sont conformes aux conclusions de Romain Mailler et al sur le traitement des eaux résiduaires urbaines par charbon actif en poudre - étude du procédé CarboPlus® pour les polluants.

3-4-1-5. Fer

Les résultats du fer avant épuration sont conformes aux normes de l'OMS (0.08mg/l) et pourraient être du à une faible érosion [18]. Les résultats après épuration montrent une décroissance de ces valeurs de 62.5 % pour le CAP avec 15 % de H₂SO₄; 37.5 % pour le CAP avec 25 % de H₂SO₄ et de 12.5 % pour le CAP avec 35 % de H₂SO₄. Les charbons activés en Poudre (CAP) ont montré une grande efficacité dans l'élimination du fer des eaux usées. Le plus efficace des charbons a été celui activé à 15 % pour les deux (2) échantillons traités. Nous avons observé que la concentration de l'agent activant et son taux d'activation sont liés à l'efficacité du charbon activé.

3-4-1-6. Nitrites, Nitrates et phosphates

L'analyse des échantillons avant épuration a montré que les eaux de la rivière Mamouwol dans la commune urbaine de Mamou sont polluées par les nitrites (0.22 mg/l), les nitrates (68 mg/l) et les phosphates (0.26 mg/L) et que les activités anthropiques sont les principales responsables de cette pollution [18]. L'épuration de ces eaux a permis de ramener ces valeurs dans des normes de l'OMS pour les nitrites (0.088 mg/l), les nitrates (0.53mg/l) pour un abaissement de 45.45 à 60 % pour les nitrites, 98.78 à 99.78 % pour les nitrates et de 27 à 42.31 % pour les phosphates. Ainsi, le CAP n'a pas été efficace pour l'élimination des phosphates des eaux usées. Le charbon activé à 15 % a été le plus efficace pour l'épuration de ces eaux polluées.

3-4-1-7. Plomb

Bien que les résultats avant épuration montrent une faible concentration en plomb (< 0.01 mg/l), les charbons actifs peuvent éliminer le plomb [19]. L'épuration sur charbon actif à 15 % a permis d'éliminer cette quantité de plomb suivi de celui activé à 25 % et en fin de celui à 35 % dans l'ordre décroissant d'efficacité. Le charbon actif préparé à base de coques d'arachides, et activé avec différentes concentrations de l'acide sulfurique, a été capable d'éliminer le plomb des eaux usées. Ceci est de même que pour l'élimination du plomb et du cuivre par le charbon actif à base de *Pterygota macrocarpa* effectué par Yao Augustin YOBOUT et al.

3-4-1-8. Oxygène dissous

La faible quantité d'oxygène dissous (2.34 mg/l) fait apparaître une pollution certaine qui serait due aux réactions d'oxydation des matières minérales et ou organiques. Ainsi, les eaux de la rivière Mamouwol ne sont pas propices à la vie aquatique. L'épuration par le charbon actif a permis d'accroître cette quantité pour l'ensemble des échantillons et des charbons activés de 216 % pour le CAP avec 35% de H₂SO₄ à 416 % pour le CAP avec 15 % de H₂SO₄; rendant ainsi possible la vie aquatique. Les résultats des analyses nous ont montré que la concentration de l'agent activant est proportionnelle à la capacité d'adsorption du charbon actif en poudre. Par conséquent, le CAP à 15 % est meilleur que celui à 25 % et 35 % respectivement.

3-4-1-9. DCO et DBO₅

Les résultats de la détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la Demande biologique en oxygène (DBO₅) nous permettent d'observer que aussi que les eaux de la rivière Mamouwol sont polluées. Les essais d'épuration sur charbon actif en poudre (CAP) activé avec du H₂SO₄ à 15 ; 25 et 35 % ont montré un abaissement de 87.8 % à 57 % pour la DCO et de 85.31 à 67.13 % pour la DBO₅ conformément aux résultats de [20] sur l'Adsorption et traitement des contaminants organiques à l'aide de charbon actif provenant de déchets de bambou Nigérian. La plus forte baisse a été pour le CAP avec 15 % de H₂SO₄. Ces résultats sont conformes à ceux de Catherine AYRAL pour l'Élimination de polluants aromatiques par oxydation catalytique sur charbon actif [20] et aux résultats d'Ibrahim Tchakala et al sur le traitement d'une eau naturelle polluée par adsorption sur du charbon actif (CAK) préparé à partir de tourteaux de karité [21].

3-4-2. Analyse microbiologique

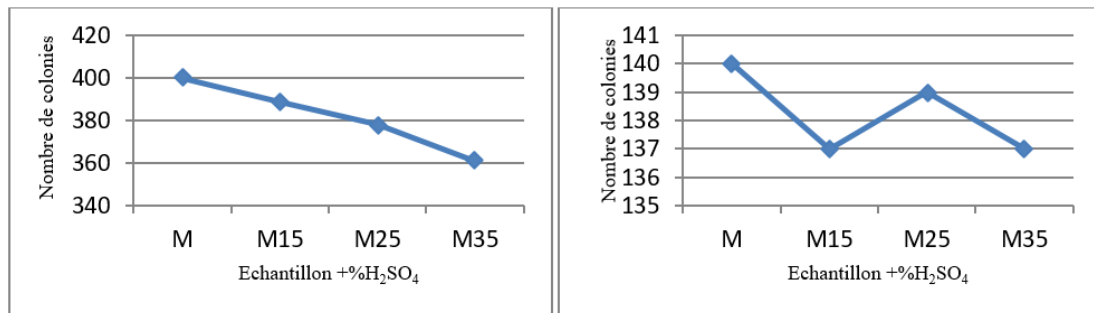


Figure 9 : Variation des Coliformes Totaux (CT) et coliformes Fécaux (CF) en fonction du pourcentage d'activation de l'agent activant

L'épuration des eaux usées sur charbon actif en poudre (CAP) pour les coliformes totaux (CT), coliformes fécaux (CF) et streptocoques fécaux nous a montré que :

- Les eaux analysées ne sont pas polluées par les streptocoques fécaux ;
- Pour l'ensemble des échantillons traités, aucun charbon actif n'a pu éliminer complètement les coliformes Totaux et fécaux. Ce résultat confirme ainsi que pour une meilleure épuration des eaux usées, il faudrait associer un traitement microbiologique de ces eaux.
- les charbons actifs végétaux n'auraient pas le pouvoir d'éliminer la pollution microbienne des eaux [21]

4. Conclusion

Les résultats de l'étude sur la production et caractérisation d'un charbon actif à base de coques d'arachide suivie d'un test de dépollution d'eau usée avec le charbon actif en poudre nous a permis d'observer l'obtention des charbons actifs à la température de 180°C avec un rendement moyen de 40,92 %. L'activation de ce charbon à l'aide de l'acide sulfurique nous a permis de développer les micros et macros pores rendant ainsi favorable le processus d'épuration d'eaux usées. Aussi, lors de l'épuration des eaux usées, les charbons actifs en poudre (CAP) ont été très efficaces pour le traitement de la pollution chimique notamment la turbidité, la conductivité, l'oxygène dissous, les matières en suspension, le fer et le plomb, la DCO et la DBO₅ ainsi que les nitrites, les nitrates contrairement aux charbons actifs en grains qui n'ont pas été efficaces pour éliminer au moins 50 % des phosphates des eaux usées. L'élimination de la pollution microbiologique des eaux usées par le CAP n'a pas donné de résultats satisfaisants permettant de rendre ces eaux potables. Cette étude nous a permis de constater que le charbon actif en poudre (CAP) préparé à partir des coques d'arachides serait une alternative sûre pour les pays en développement dans la maîtrise de la pollution des eaux, la protection de l'environnement par le recyclage des déchets agricoles.

Références

- [1] - ZOUBIDA SMAHI née SENOUCI-BEREKSI, essais de valorisation d'un déchet cellulosique : tiges de charbons dans l'élimination d'un colorant basique à partir de solutions aqueuses synthétiques. Thèse de Doctorat en Sciences, Université ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEN République Algérie, (Février 2017)
- [2] - O. S. MAMANE et al., Préparation et caractérisation de charbons actifs à base de noyaux de balanites *Egyptiaca* et de *Zizyphus Mauriatania*. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 041 (2016) 59 - 67
- [3] - GUEYE MBAYE, Synthèse et étude des charbons actifs pour le traitement des eaux usées de tannerie. Mémoire Master, (2017)
- [4] - IBRAHIM TCHAKALA et al., traitement d'une eau naturelle polluée par adsorption sur du charbon actif préparé à partir de tourteaux de karité : *revue Déchets Sciences et Techniques*, N° 72 (Nov 2016)
- [5] - Rapport OMS sur la santé, (2021)
- [6] - Conférence de Paris, Traitement de potabilisation des eaux de surface par adsorption sur charbon actif, (2016)
- [7] - L. SIGG, P. STUMM, P. BEHRA, Chimie des eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement, Masson, Paris, (2011)
- [8] - P. WUNDERLIN, A. MEIER et J. GRELOT (VSA), Plateformes Techniques de traitement des micropolluants, (2019)
- [9] - CLEMENT K. BALOGOUN, MOCTAR L. BAWA, SEMIYOU OSSENI et MARTIN AINA, Préparation des charbons actifs par voie chimique à l'acide phosphorique à base de coque de noix de coco, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (1) (February 2015) 563 - 580
- [10] - P. WUNDERLIN, A. MEIER et J. GRELOT (VSA), Plateformes Techniques de traitement des micropolluants, (2017)
- [11] - MAMADI CAMARA, les clés pour le développement de la Guinée. Nouvelle Edition l'Harmattan, (2018)
- [12] - ALHASSANE DIAMI DIALLO, Détermination de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux des puits de la commune urbaine de Mamou, Mémoire Master, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry (UGANC), (2015)
- [13] - DRISSA BAMBA, BINI DONGUI, ALBERT TROKOUREY, GUESSAN ELOGNE ZORO, GRAH PATRICK ATHEBA, DIDIER ROBERT, JEAN VICTOR WEBER, Etudes comparées des méthodes de préparation du charbon actif, suivies d'un test de dépollution d'une eau contaminée au diuron. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 028 (2009) 41 - 52
- [14] - M. N'KO'O ABUIBOTO, J AVOM & R. MPON, Evaluation des propriétés de charbons actifs de résidus de Moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) par adsorption d'iode en solution aqueuse. *Revue des sciences de l'eau*, 29 (1) (2016) 51 - 60
- [15] - ALHASSANE DIAMI DIALLO, MAFORY BANGOURA, CELLOU KANTE, MAMADOU BAILO DIALLO, Physicochemical and Microbiological Characterization of the Singuedala River at Mamou (Republic of Guinea), *IJESC*, Vol. 9, (May 2019) 21855 - 21858
- [16] - MEHOUNOU JOSE PAPIN, JOSSE ROGER GERARD, PIERRE DOSSOU-YOVO, SERGE FREDDY SENOU, TOKLO ROCK MODERANI, Caractérisation physico-chimique et microbiologique des eaux souterraines et superficielles dans la zone de production cotonnière d'Aplahoué. *Journal of Applied Biosciences*, 103 (2016) 9841 - 9853
- [17] - JÉRÔME AVOM, JOSEPH MBADCAM KETCHA, DOUDOU BABALE DJAM, IRÈNE NGONO ABEGA, PATRICK GERMAIN, Adsorption de l'iode par des charbons actifs de rafles de régimes de palmes. *Environnement, Ingénierie & Développement, Episciences*, 4ème Trimestre, N° 28 (2002) 26 - 32 p. ff10.4267/dechetsciences-techniques.2409ff. fffhal-03178333f
- [18] - DAVID LEONCE KOUADIO et al., Etude expérimentale de l'adsorption du bleu 16 et du méthyle rouge sur du charbon issu de la coque de la cabosse de cacao, *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 27ème Année, 051 (2022) 17 - 30
- [19] - ALHASSANE DIAMI DIALLO et al., Physicochemical and Microbiological Characterization of the Singuedala River at Mamou (Republic of Guinea), *IJESC*, Vol. 9, Issue N° 5 (2019)

- [20] - YAO AUGUSTIN YOBOUET et al., Elimination du plomb et du cuivre en solution aqueuse par adsorption par des charbons à base de bois de *Pterygota macrocarpa*, *Afrique Science*, 14 (2) (2018) 38 - 47
- [21] - M. CHENINE, Préparation et caractérisation d'un charbon actif issu d'un déchet de café par voie chimique (effet de taux d'adjuvant), Mémoire Master, université Kasdi Merbah Ouargla, (2012) 9 - 10 p.
- [22] - LÉVEILLÉ SIMON, filtration membranaire avec haute concentration de charbon actif en poudre pour le traitement des eaux de surface, (2011)
- [23] - OMAR KHELIFI et al., Capacité d'adsorption et élimination du plomb (Pb²⁺) par différents charbons actifs préparés à partir de boue d'épuration, Conférence : Congrès international sur les Energies Renouvelables et l'environnement 'CERE', (2014)
- [24] - ADEDAYO O ADEMILUYI, AO. ADEMILUYI, G. OBOH, Antioxidant properties of condiment produced from fermented Bambara groundnut (*Vigna subterranea L. verdc*). *Journal of Food Biochemistry*, (2011)
- [25] - IBRAHIM TCHAKALA et al., Optimisation du procédé de préparation des Charbons Actifs par voie chimique (H₃PO₄) à partir des tourteaux de Karité et des tourteaux de Coton, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (1) (February 2012) 461 - 478