

Etude de l'adsorption de l'acétamipride par charbon actif synthétisé à partir d'un déchet de l'agro-alimentaire

N. Sahraoui^{1*}, D. Tassalit², N. Chekir¹, A. Brahim¹, S. Nouissi¹

¹Laboratoire des phénomènes de transfert. Département de Génie des Procédés. USTHB. BP32, El Alia, Bab Ezzouar, 16111 Alger, Algérie.

²Unité de Développement des Equipements Solaires (UDES) /Centre de Développement des Energies Renouvelables CDER., Bou- Ismail 42415, W. Tipaza, Algérie.

*Corresponding author: sahraounaima@yahoo.fr

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 09/12/2016

Accepted : 02/12/2017

Key Words :

Adsorption; activated carbon; water treatment.

Mots clés:

Adsorption; charbon actif; traitement des eaux.

ABSTRACT/RESUME

Abstract: This work is part of the valorization of agro-food waste in water treatment. Our subject concerns the study of the adsorption of acetamiprid pesticide used in agriculture by an activated carbon prepared from pomegranate bark (agro-food waste). In order to do this, we have optimized the synthesis of activated carbon by several chemical agents (Acids). The influence of the variation of many factors on the rate of adsorption of acetamiprid, such as the concentration of activated carbon, the concentration of the pollutant and the pH of the solution was studied.

Résumé: Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des déchets de l'agro-alimentaire dans le traitement des eaux. Notre sujet porte sur l'étude de l'adsorption de l'acétamipride, pesticide utilisé dans l'agriculture par un charbon actif préparé à base d'écorces de grenade (déchet de l'agro-alimentaire). Pour se faire, nous avons procédé à l'optimisation de la synthèse du charbon actif par plusieurs agents chimiques (Acides). L'influence de la variation de nombreux facteurs sur le taux d'adsorption de l'acétamipride, tels que la concentration du charbon actif, la concentration du polluant et le pH de la solution ont été étudiés.

I. Introduction

L'industrie agro-alimentaire génère de grandes quantités de déchets; dont la valorisation pour produire de l'énergie ou obtenir des matériaux est une voie prometteuse. Certains résidus de biomasse inexploités comme les écorces d'orange et de grenade..., sont généralement éliminés par simple combustion (bien souvent sans valoriser l'énergie).

Durant la dernière décennie, l'aptitude des sous-produits agricoles à donner des charbons actifs à forte capacité d'adsorption ne cesse de retenir l'attention des chercheurs [5-11].

Les avantages liés à l'utilisation de ces déchets sont nombreux. Nous en retenons la valorisation des

agro-ressources en tant que matière première disponible, renouvelable et bon marché et la répercussion positive sur le prix de revient du charbon actif obtenu.

Parmi ces derniers, des charbons actifs de bonne qualité avec une structure poreuse très importante et de grandes surfaces spécifiques sont préparés par des biomasses végétales en utilisant comme agents activant chimique plusieurs acides (acide chlorhydrique, sulfurique et orthophosphorique).

De ce fait, les charbons actifs sont largement utilisés, aussi bien pour la purification de l'eau que pour le traitement de rejets industriels.

Par ailleurs, la technique d'adsorption sur charbon actif a été couronnée de succès, ce qui nous a motivés à synthétiser, tester et valoriser un adsorbant en

l'occurrence l'écorce de grenade, un sous produit végétal disponible en grandes quantités en Algérie dans l'adsorption d'un polluant (pesticide), l'acétamipride utilisé dans l'agriculture.

II. Materiel et Méthodes

II.1. Biomasse utilisée

Nous avons exploité l'écorce de grenade pour la synthèse du charbon actif. La matière a été séchée puis stockée loin de l'humidité pour être prête à l'utilisation. La biomasse utilisée est présentée sur la Figure 1.

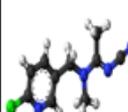
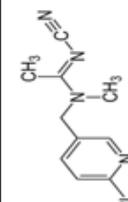


Figure 1. Ecorce de grenade utilisée pour la préparation du charbon actif.

II.2. Acétamipride

L'acétamipride est un pesticide inodore-organochloré largement utilisé en Algérie. Il est destiné à lutter contre les insectes suceurs qui touchent les plantes et les végétaux. Il est utilisé dans l'agriculture des agrumes, dans la vigne et dans l'agriculture de coton et des plantes ornementales. Il est aussi essentiel dans la lutte contre la larve de mouche qui touche les cerisiers. Le tableau 1 présente les propriétés physicochimiques de ce pesticide.

Tableau 1. Propriétés physicochimiques de l'acétamipride [1,2].

 	Etat physique	Solide
	Apparence	Poudre bleu
	Température de fusion	98,9°C
	Solubilité dans l'eau	4,25 g·L ⁻¹
	Formule brute	C ₁₀ H ₁₁ ClN ₄
	Masse Molaire	222,45 g·mol ⁻¹
	- Nocif en cas d'ingestion - Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique et les abeilles.	 

II.3. Matériels de mesure

II.3.1. Mesure du pH

Le pH de la solution a été mesuré à l'aide d'un multi-paramètre de type Consort C3010 équipé d'une électrode combinée de marque Consort C5020. Il a été ajusté à l'aide des solutions d'acide chlorhydrique (HCl) et de la soude (NaOH) respectivement.

II.3.2. Mesure de la concentration en polluant

Les densités optiques ont été mesurées par un spectrophotomètre UV-Visible à double faisceau de type Shimadzu UV1800 couplé à un logiciel d'acquisition des résultats UV PROB. Le spectre d'adsorption de l'acétamipride est observé à une longueur d'onde $\lambda=244$ nm, en suivant le défilement des spectres de la molécule polluante à des longueurs d'onde variant de 200 à 400nm. La mesure de la concentration de l'acétamipride a été déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage établie en faisant varier les concentrations de l'acétamipride en fonction des densités optiques.

III. Resultats et discussion

III.1 Optimisation de l'agent chimique

Dans le but d'optimiser l'efficacité du charbon actif à utiliser, nous avons réalisé une étude qui prend comme variable l'agent chimique d'activation, en l'occurrence l'acide utilisé pour sa préparation. Les acides testés sont, l'acide phosphorique, l'acide chlorhydrique et l'acide chlorhydrique. Les résultats de l'évolution temporelle du rendement d'adsorption de l'acétamipride sur le charbon activé par différents acides sont représentés dans la Figure 2.

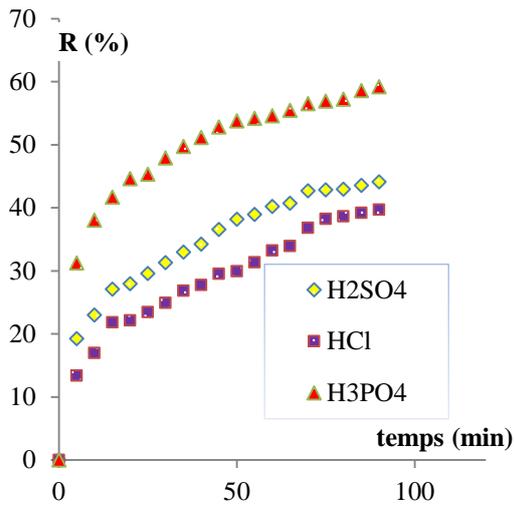


Figure 2. Evolution temporelle du rendement d'adsorption de l'acétamipride sur le charbon activé par différents acides.

Les résultats de la Figure 2 montrent que le charbon actif préparé avec l'acide H_3PO_4 donne une meilleure performance comparé aux deux autres agents chimiques avec un rendement d'élimination de 59%. Notre choix s'est donc porté sur l'acide ortho-phosphorique (H_3PO_4).

III.2. Etude paramétrique

L'approche expérimentale appliquée dans cette partie est l'étude de la cinétique de l'adsorption de l'acétamipride sur le charbon actif moyennant la variation des paramètres opératoires sur le rendement d'adsorption. Pour se faire, la concentration du charbon actif, la concentration initiale du polluant et le pH de la solution ont été considérés.

III.2.1. Effet de la concentration du charbon actif

Afin de déterminer l'effet de la concentration de l'adsorbant, nous l'avons fait varier de 0,05 à 0,5 $g.L^{-1}$. La concentration initiale du polluant a été fixée à 10 $mg.L^{-1}$. La Figure 3 illustre l'évolution temporelle de la cinétique d'adsorption de l'acétamipride par le charbon actif.

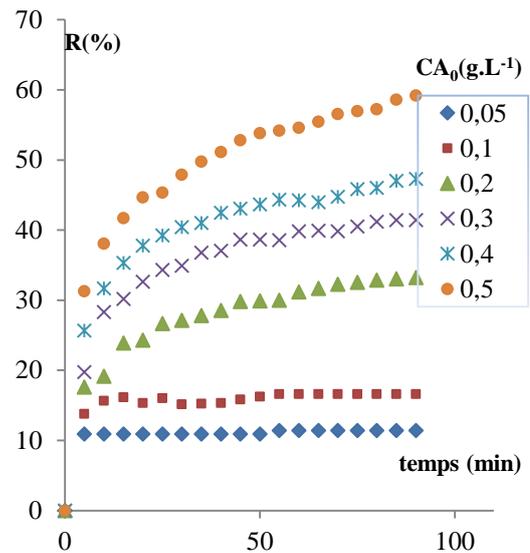


Figure 3. Evolution temporelle du rendement de l'acétamipride pour différentes quantités de charbon actif

Nous observons à partir de la Figure 3 un accroissement du pourcentage de rendement et des constantes de vitesse d'adsorption avec l'augmentation de la concentration du charbon actif.

En effet, en présence de 0,05 $g.L^{-1}$ de charbon actif, le rendement ne dépasse pas 12%, alors qu'il atteint 59% lorsque la concentration de l'adsorbant est égale à 0,5 $g.L^{-1}$. Cette amélioration des rendements peut être justifiée par l'augmentation des sites actifs disponibles et l'aire de la surface du charbon qui augmente au fur et à mesure avec l'augmentation de la masse utilisée [3].

D'autre part, nous constatons aussi que l'adsorption de l'acétamipride est initialement rapide, ralentit progressivement jusqu'au palier correspondant à l'établissement de l'équilibre [3, 4]:

- La première zone correspond à la saturation des sites accessibles situés à l'interface liquide-solide.
- La deuxième zone peut être attribuée à la diffusion dans les pores difficilement accessibles.
- La troisième zone indique qu'il n'y a plus de sites actifs disponibles, donc pas de diffusion du polluant vers les pores de charbon actif.

Ces observations sont les mêmes pour toutes les courbes cinétiques.

III.2.2. Effet de la concentration initiale de polluant

Afin d'étudier l'effet de la concentration initiale de l'acétamipride, nous avons fait varier sa concentration entre 5 et 30 mg.L⁻¹ à pH libre et une quantité de charbon actif égale à 0,5 g.L⁻¹. Les résultats obtenus sont présentés dans la Figure 4.

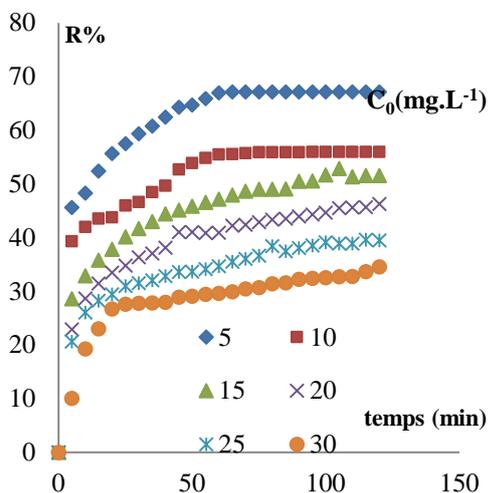


Figure 4. Evolution temporelle du rendement de dégradation de l'acétamipride pour de différentes concentrations initiales.

Les résultats représentés par la Figure 4 montrent que plus les concentrations initiales du polluant sont importantes, plus les taux de disparition et les constantes de vitesse sont faibles. L'augmentation de la concentration de l'acétamipride diminue le taux de dégradation de 67% à 46%. Ce comportement peut être expliqué par l'augmentation de nombres de molécules du polluant dans la solution par rapport aux sites actifs. L'efficacité de l'adsorption dépend de la concentration initiale du polluant.

III.2.3. Effet du pH de la solution

L'influence de pH de la solution sur l'adsorption de l'acétamipride a été étudié, en ajustant les valeurs de pH à 4, libre, 8 et 12 par une solution de HCl (0,1 N) dans le cas d'un milieu acide et une solution de NaOH (0,1 N) pour avoir un milieu basique, tout en fixant la concentration du polluant à 10 mg.L⁻¹ et la concentration du charbon actif à 0,5 g.L⁻¹. Les résultats obtenus sont représentés sur la Figure 5.

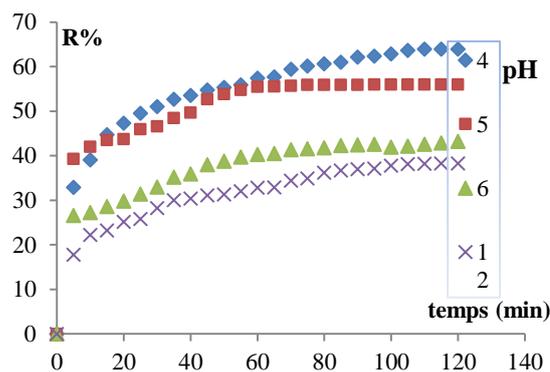


Figure 5. Evolution du rendement de dégradation de l'acétamipride en fonction du pH.

Au vue de la Figure 5 il apparaît que l'élimination par adsorption est influencée par la valeur du pH qui modifie la charge ionique de la surface de l'adsorbant, ainsi que le degré d'ionisation de l'adsorbant. De plus, l'influence du pH est liée à la libération de protons H⁺ par le matériau et le milieu, créant ainsi de nouveaux sites d'échanges et la formation de nouvelles espèces chimiques en solution. Le rendement d'adsorption de l'acétamipride par le charbon actif augmente au fur et à mesure que le pH diminue jusqu'à pH = 4 seuil pour lequel le rendement est maximal (64 %).

IV. Conclusion

L'examen de la fixation de l'acétamipride sur les charbons actifs révèle que celui préparé à l'aide de l'acide H₃PO₄ est plus performant avec un rendement d'élimination de 59%. L'étude paramétrique des facteurs influençant l'adsorption de l'acétamipride sur le charbon actif choisi, à savoir la concentration du charbon actif, la concentration du polluant, le pH du milieu a montré que:

Le taux d'adsorption augmente avec l'augmentation de la concentration du charbon actif. La masse de 0,5 g L⁻¹ d'adsorbant est nécessaire pour éliminer 59% de l'acétamipride. Plus les concentrations initiales de l'acétamipride sont importantes, plus les taux de disparition sont faibles. L'adsorption à pH libre et à pH = 4 est meilleure. Nous choisissons le pH libre par soucis d'économie.

A la lumière de ces résultats, on peut conclure que malgré que rendement d'élimination n'est que de 59%, l'adsorption de l'acétamipride qui est un produit chimique nuisible à l'environnement, par un charbon actif préparé a partir de déchet de l'agro-alimentaire présente une solution de choix, quand au coût de la matière et sa disponibilité.

V. References

1. M. Mudassir Mansoor, M.Afzal, A. B. Raza, Z. Akram, A. Waqar, M. Babar S. Afzal. Post-exposure temperature influence on the toxicity of conventional and new chemistry insecticides to green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22, (3), 317–32, 2015.
2. S. Johna, P. A. Solomanb, P. A. Fasnabic, Study on removal of Acetamiprid from wastewater by electrocoagulation, *Procedia Technology* 24, 619 – 630, 2016.
3. F. Bouchemal, S. Achour, Essais d'adsorption de la tyrosine sur charbon actif en grains et en poudre, *Larhyss Journal*, no. 6, 81-89, 2007.
4. Basta, V. Fierro, H. Saied, Effect of deashing rice straws on their derived activated carbons produced by phosphoric acid activation, *Biomass and bioenergy*, vol.35, no.5, 1954-1959, 2011.
5. M.A. Lillo-Ródenas, A.J. Fletcher, K.M. Thomas, D. Cazorla-Amorós, and A. Linares-Solano. Competitive Adsorption of a Benzene-Toluene Mixture on Activated Carbons at Low Concentration. *Carbon*, 44, 1455-1463, 2006.
6. M. Gueye, Y. Richardson, F. T. Kafack and J. Blin. "High efficiency activated carbons from African biomass residues for the removal of chromium (VI) from wastewater." *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2(1): 273-281, 2014.
7. M. Gueye, J. Blin and C. Brunshwig. Valorisation de la biomasse locale pour la production de charbon actif pour le traitement des eaux usées. 6ème édition des journées scientifiques de 2iE. Ouagadougou, 2011.
8. M. Melzer, J. Blin, A. Bensakhria, J. Valette and F. Broust. "Pyrolysis of extractive rich agroindustrial residues." *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 104(0): 448-460, 2013.
9. N. Rahman, A. Baçaoui, A. Yaacoubi et al. Modified Composite Activated Carbon Derived from Post-Consumer Plastics and Lignocellulosic Materials, *American Chemical Science Journal* 3 (1), 24-33, 2013.
10. Daouda, A. Baçaoui, A. Yaacoubi et al. / Optimization of Activated Carbons Prepared by and Steam Activation of Oil Palm Shells, *Journal of Chemistry*, 1-10, 2013.
11. Ounas, A. Baçaoui, A. Yaacoubi et al. / Pyrolysis of olive residue and sugar cane bagasse: Non-isothermal thermogravimetric kinetic analysis *Bioresurce Technology*, Volume 102, Issue 24, December, 11234 , 2011.

Please cite this Article as:

Sahraoui N., Tassalit D., Chekir N., Brahimi A., Nouissi S. , *Etude de l'adsorption de l'acétamipride par charbon actif synthétisé à partir d'un déchet de l'agro-alimentaire*, **Algerian, J. Env. Sc. Technology, 3:3-A (2017) 492-496**