



ELIMINATION DE L'ATRAZINE PAR ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF EN POUDRE

OUAKOUAK A.E.K, YOUCEF L., ACHOUR S.

Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface – LARHYSS –
Université de Biskra, B.P. 145, R.P., 07000 Biskra, Algérie
ouakouakk@yahoo.fr ; lyoucef2@yahoo.fr ; samia.achour@larhyss.net

RESUME

L'objectif de ce travail est d'étudier la possibilité de l'élimination de l'atrazine par adsorption sur charbon actif en poudre et l'effet de différents paramètres réactionnels.

Les essais d'adsorption sont réalisés en réacteur statique sur des solutions de ce composé en eau distillée. Le suivi de la cinétique d'adsorption a montré que les meilleurs résultats ont été obtenus après 3 heures d'agitation d'une solution de 20 mg/l d'atrazine avec 100 mg/l de CAP. La masse du charbon introduite, la teneur initiale du pesticide et le pH du milieu influent considérablement sur le taux de rétention.

Mos clés : Atrazine, Pesticide, Charbon actif en poudre, Adsorption.

ABSTRACT

The objective of this work is to study the possibility of removal of atrazine by adsorption on powdered activated carbon and the effect of different reaction parameters.

During the experimental study, adsorption tests were carried out in reactor static solutions of this compound in distilled water. Following fo kinetics adsorption showed that the best results were obtained after 3 hours of agitation of a solution of 20 mg/l of atrazine with 100 mg/l of PAC. The initial amount of the pesticide and the pH of the medium influence greatly the rate of retention

Keywords: Atrazine, Pesticide, Powdered activated carbon, Adsorption

INTRODUCTION

Les composés organiques contenus dans les eaux naturelles sont d'une part responsables d'un certain nombre de problèmes, coloration et odeur, et d'autre part, ils sont quelquefois toxiques pour l'être humain et l'environnement (Yaacoubi et Ayele, 1998).

La pollution des eaux de surface et des eaux souterraines par les produits de traitement des cultures (produits phytosanitaires) est principalement due à l'exploitation des sols pour l'agriculture.

Les normes actuelles sont très strictes et indiquent une quantité de (0,1 $\mu\text{g.l}^{-1}$) par substance isolée et (0,5 $\mu\text{g.l}^{-1}$) pour l'ensemble des pesticides. L'OMS fixe à 2 $\mu\text{g/l}$ la valeur sanitaire maximale pour l'atrazine dans l'eau destinée à la consommation humaine (OMS, 2007).

L'atrazine est un herbicide de triazines chloro-N-dialky1, les usages rapportés pour l'atrazine étaient liés à son action herbicide pour des usages agricoles, industriels et de traitement de voiries. Les principaux utilisateurs d'atrazine étaient les agriculteurs (désherbage du maïs, du sorgho, des vignes et des vergers). L'atrazine a été introduite sur le marché en 1962, c'est un herbicide de classe III (légèrement toxique) selon la classification de l'OMS (Gendrault, 2004).

Dans une filière de production de l'eau potable, et si les étapes de clarification classique sont peu efficaces pour l'élimination des pesticides, d'autres techniques spécifiques comme l'oxydation et l'adsorption ou certains procédés membranaires donnent de meilleurs résultats (Paillard et al., 1993).

L'adsorption sur charbon actif en poudre reste une technique de choix pour la réduction des teneurs en micropolluants organiques. Le charbon actif en poudre (CAP) présente une bonne capacité d'adsorption pour les pesticides due essentiellement à sa surface spécifique.

Ce travail a pour but de tester l'élimination de l'atrazine en solutions synthétiques d'eau distillée par adsorption sur charbon actif en poudre. Nous avons étudié l'effet des paramètres réactionnels (cinétique d'adsorption, effet de la masse du charbon, teneur initiale en atrazine et influence du pH du milieu).

MATERIEL ET METHODES

Composé organique utilisé

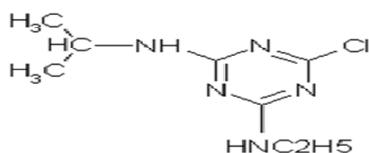


Figure1 : Structure chimique de l'atrazine (Brignon et Gouzy, 2007)

L'atrazine utilisée est un produit Aldrich, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Formule chimique : C₈ H₁₄ ClN₅.
- Masse molaire : 215,7 g/mol.
- Solubilité = 30 mg/l à 20°C (0,15 mole.m⁻³).

Une solution mère d'atrazine à 20 mg/l a été préparée dans l'eau distillée et conservée à l'abri de la lumière. Ensuite, nous diluons dans des proportions différentes pour préparer des solutions de concentrations plus faibles utilisées dans le cadre des essais.

Adsorbant

Le charbon actif utilisé dans cette étude, nous a été fourni par le laboratoire de chimie Riedel-de Haen, c'est un charbon actif mésoporeux de 20 nm de granulométrie et de 658 m²/g de surface spécifique.

Méthode de dosage

La concentration résiduelle de l'atrazine est déterminée à partir de l'absorbance en U.V, sur un spectrophotomètre de type (JENWAY 6305 UV/VIS) à une longueur d'onde de $\lambda = 222$ nm. L'étalonnage de l'appareil est répété avant chaque série de mesure. La figure 2 présente un exemple d'étalonnage pour l'atrazine dans l'eau distillée.

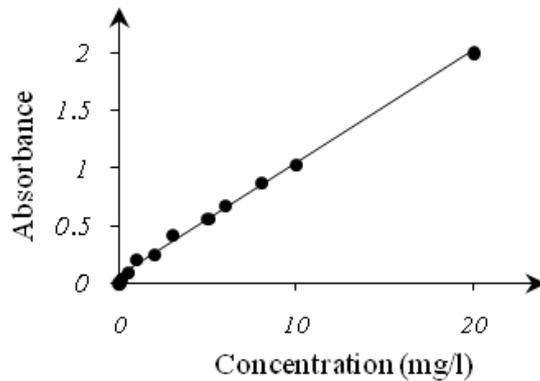


Figure 2 : Courbe d'étalonnage de l'atrazine dans l'eau distillée.

Description des essais d'adsorption

Lors de notre étude, les essais d'adsorption sont réalisés en réacteur statique par mise en contact de 1 litre d'une solution de l'atrazine avec une masse bien déterminée de CAP à tester. Chaque échantillon prélevé est filtré sous vide à l'aide d'une membrane à 0,45µm de porosité. La teneur résiduelle en atrazine est ensuite déterminée par spectrophotométrie .

Le rendement d'élimination R(%) est défini par :

$$R \% = 100 \times (C_0 - C) / C_0$$

C_0 : Concentration initiale de l'atrazine.

C : Concentration résiduelle de l'atrazine en solution.

Différents paramètres réactionnels ont été variés. Nous avons commencé par l'étude de la cinétique d'adsorption en faisant agiter une solution synthétique de l'atrazine à 20 mg/l avec une dose de 0,1 g/l de CAP pendant 6 heures. Les prélèvements au cours du temps, ainsi que le dosage de la teneur résiduelle du composé organique permet de suivre la cinétique de sa rétention sur l'adsorbant utilisé. L'influence de la masse du CAP (10 à 1000 mg/l). Nous avons également testé l'effet de la teneur initiale de l'atrazine (1 à 20 mg/l). L'effet du pH de traitement a été étudié en tamponnant le milieu par utilisation des solutions HCl(0,1 N) et NaOH (0,1 N) durant l'essai. Le pH a été varié de 4 à 10.

RESULTATS ET DISCUSSION

Cinétique d'adsorption

L'étude de l'influence du temps d'agitation sur l'élimination de l'atrazine (20 mg/l) sur CAP (0,1 g/l) a été effectuée pendant 6 heures d'agitation.

Les résultats obtenus (figure3) montrent que le rendement d'élimination de l'atrazine augmente avec le temps d'agitation, et qu'il y'a apparition d'un palier correspondant à un maximum d'efficacité à partir de 3 heures d'agitation. En effet, la valeur maximale d'élimination de l'atrazine correspondant à ce temps est de 95,96%.

Nous pouvons distinguer deux étapes au cours de la cinétique d'adsorption de l'atrazine sur le charbon actif en poudre.

Au cours de la première étape, une augmentation rapide jusqu'à environ 5 minutes, ceci s'explique par une fixation rapide des molécules de l'atrazine sur la surface du charbon actif en poudre, c'est l'étape de transfert de masse externe.

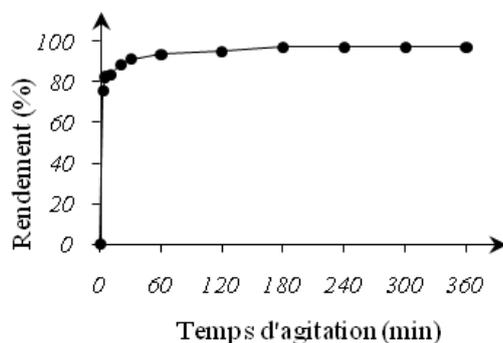


Figure 3: Cinétique d'adsorption de l'atrazine(20 mg/l) sur CAP(0,1 g/l).

La deuxième étape de la cinétique montre une augmentation plus lente du rendement d'élimination jusqu'au temps d'équilibre, qui est de 3 heures. Au delà de ce temps, la concentration résiduelle de l'atrazine en solution reste pratiquement stable.

L'étape lente de la cinétique montre l'existence du phénomène de diffusion, ceci peut être mis en évidence en construisant la courbe de $1-(C_t/C_0)$ en fonction de $t^{(1/2)}$, où C_t est la concentration du soluté à l'instant t et C_0 la concentration initiale du soluté (20mg/l). La pente de la droite obtenue conduit à la valeur du coefficient de vitesse de diffusion k' .

La figure 4 montre la linéarité de la courbe d'ajustement après 5 minutes de contact. Le phénomène de diffusion pourrait apparaître après les premières minutes (5 minutes), et s'arrête dès qu'elle atteint le temps d'équilibre (3heures) Nous pouvons remarquer également que la diffusion de l'atrazine est assez

importante (coefficient de vitesse de diffusion $k'=0,013\text{min}^{-1/2}$). Ceci rejoint l'étude de Yaacoubi et Ayele (1998) qui indique que le charbon actif à une grande affinité pour l'atrazine en raison de la faible taille de sa molécule et des interactions favorables entre ces solutés et le charbon actif en poudre

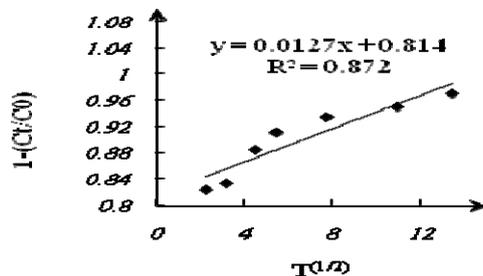


Figure 4: Diffusion-adsorption de l'atrazine sur CAP.

Effet de la masse du CAP

Au cours de cette étape, on a fait varier la masse du charbon actif en poudre introduite (10 à 1000 mg/l), pour une teneur initiale constante en atrazine (20 mg/l) et pendant 3 heures d'agitation.

Les résultats obtenus montrent que l'élimination de cet herbicide augmente avec la masse du charbon actif en poudre introduite (figure 5).

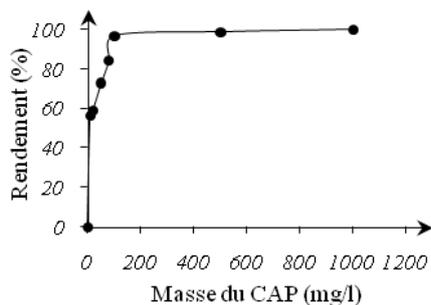


Figure 5: Effet de la masse du CAP sur l'adsorption de l'atrazine(20 mg/l)

Nous pouvons remarquer que des bons rendements sont obtenus à partir d'une dose de charbon actif en poudre de 0,1 (mg/l). Pour une masse de 1g du charbon actif en poudre, le maximum d'élimination de l'atrazine atteint une valeur de 98,9%.

Effet de la teneur initiale en Atrazine

Nous avons fixé la masse introduite du charbon actif en poudre à 100 mg/l et fait varier la concentration en atrazine de 1 à 20 mg/l. Les solutions ont été agitées pendant un temps d'équilibre de 3 heures.

Les résultats obtenus (figure 6) montrent que le meilleur rendement d'élimination de cet herbicide est obtenu pour une concentration voisine de 10 mg/l.

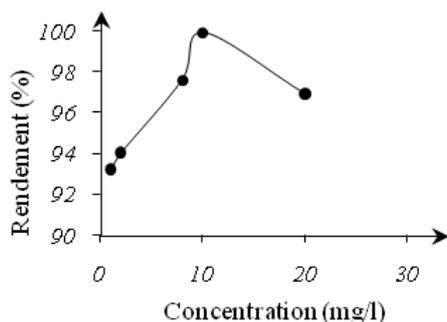


Figure 6: Effet de la teneur initiale en atrazine(CAP = 100 mg/l ; temps d'agitation = 3 h

Brunet et al. (1996) ont observé de meilleurs taux d'abattement lorsque la concentration en atrazine est faible. Ces mêmes chercheurs ont testé les performances de plusieurs types de charbon actif en traitant des eaux de forage dopées en atrazine (concentration initiale=104 µg/l), par application d'une masse de 10 mg/l de CAP. Lorsque la concentration initiale en atrazine est plus faible (46 µg/l), la capacité de rétention de l'atrazine passe à 30 µg/g.

Selon la figure 6, on a pu constater également qu'en traitant une solution d'atrazine dont la teneur initiale est supérieure à 10 mg/l, le rendement d'élimination diminue. Il pourrait s'agir d'une saturation des sites d'adsorption du CAP.

Influence du pH

Nous avons réalisé des essais d'adsorption de l'atrazine (20mg/l) en présence d'une dose de CAP égale à 100(mg/l). Le pH est ajusté successivement à 4, 6, 7, 9 et 10 et est maintenu constant durant les trois heures d'agitation, en utilisant les solutions de NaOH et HCl à 0,1N.

Les résultats présentés dans la figure 7 montrent que l'adsorption de l'atrazine sur CAP n'est pas influencée par la variation du pH. Les travaux de *Ayele et al.* (1995) et *Gendrault* (2004) ont abouti aux mêmes résultats. Ces chercheurs ont

expliqué ce phénomène par le fait que la charge électrique négative (potentiel zêta= -20 mV environ à pH 5,5) de la surface des particules de CAP augmente avec les pH basiques (potentiel zêta= -35mV pour pH 11). Les molécules non ionisées comme l'atrazine ne verront pas leur adsorption modifiée. La protonation de l'atrazine a lieu à des pH très acides (pka=1,6 pour l'acide conjugué de l'atrazine).

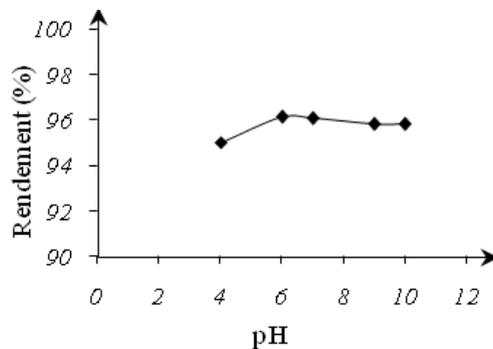


Figure 7: Effet du pH sur l'élimination de l'atrazine (20 mg/l) par adsorption sur CAP (100 mg/l)

CONCLUSION

L'étude expérimentale que nous avons menée a été consacrée à l'élimination, par adsorption sur le charbon actif en poudre, de l'atrazine en eau distillée et la détermination de l'effet des paramètres réactionnels sur la rétention de cet herbicide. De l'ensemble des résultats obtenus, on a pu conclure que :

- De bons rendements sont obtenus en utilisant une masse de 0,1g/l. L'équilibre d'adsorption est atteint au bout de 3 heures d'agitation.
- La rétention de l'atrazine augmente avec l'augmentation de la masse du charbon actif en poudre introduite.
- L'adsorption était maximale pour une teneur en atrazine de 10 mg/l.
- L'adsorption de l'atrazine sur CAP n'est pas influencée par la variation du pH.

Les résultats obtenus dans ce travail ont montré que, sur le plan scientifique, le charbon actif en poudre présente un pouvoir adsorbant très important pour l'élimination de l'atrazine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AYELE J., MAHI A., MAZET M.(1995). Etude de l'adsorption de l'atrazine sur le charbon actif en présence de tensioactifs, Rev. Sci. Eau., 8, 3, 355-370.
- BRIGNON J.M., GOUZY A. (2007). Atrazine.Données Technico-économiques sur les substances chimiques en France, INERIS,étude et travaux : DRC-07-86334-03509A.
- GENDRAULT S.(2004).Etude d'un traitement combiné bio-physico-chimique pour la décontamination des eaux polluées en atrazine,Thèse de doctorat, INSA de Lyon,France.
- OMS. (2007). Guidelines for drinking water quality, 3rd edition, Vol. 1, recommendation world health organization,Geneva.
- PAILLARD H., CLERET D., BOURBIGOT M. (1990). Elimination des pesticides azotés par adsorption sur charbon actif ,Journées Information Eaux, 9^{ème} congrés,Poitiers.
- YAACOUBI A., AYELE J. (1998). Sorption de l'atrazine et de diuron sur charbon actif en poudre en présence de tensioactifs,ions calcium et bichromate. Essai de modélisation, Rev. Sci. Eau., 12, 2, 389-406.