

Traitement d'une eau polluée avec un anti inflammatoire par encapsulation moléculaire dans un polymère de β -cyclodextrine insoluble (PolyCyC[®])

Moulahcene. Lamia¹, Skiba. Mohamed², Senhadji. Onissa¹, Benamor. Mohamed¹.

¹ Faculté de technologie, département de génie des procédés, Laboratoire des matériaux organiques, Université de Béjaïa (Algérie).

² Faculté de médecine et pharmacie, section pharmacie, Laboratoire de pharmacie galénique, Université de Rouen (France).

Moulahcene_lamia@yahoo.fr

Mohamed.skiba@univ-rouen.fr

Kebiche_anissa@yahoo.fr

mohamedbenamor@yahoo.fr

Résumé

Un nouveau polymère de β -cyclodextrine réticulé avec l'acide citrique insoluble dans l'eau, a été utilisé pour l'extraction de l'ibuprofène dans une solution aqueuse. Les expériences d'adsorption ont été effectuées dans une colonne, l'effet de certains paramètres opératoires a été étudié.

Le polymère de cyclodextrine présente des taux d'extraction très élevés, l'analyse par diffraction aux rayons X montre que le mécanisme d'extraction est essentiellement la formation d'un complexe d'inclusion entre la β -cyclodextrine et l'ibuprofène.

Mots clés : Perturbateurs endocriniens, Ibuprofène, Encapsulation moléculaire, polymère de cyclodextrine.

I. Introduction

La problématique environnementale concernant les médicaments est liée au fait qu'ils sont développés pour avoir des effets sur le vivant et qu'ils sont rejetés même en faible quantité dans l'environnement. En effet ces molécules sont nécessairement absorbables, hydrosolubles ou liposolubles et plus ou moins persistantes dans l'organisme afin de produire un effet. Elles peuvent être éliminées via les urines à plus de 80 % sans transformation. Ainsi plusieurs questions se posent quant à un possible impact environnemental sur la faune et la flore. [1]

Les médicaments sont regroupés sous le sigle PPCPs (ou Pharmaceuticals and Personal Care Products). Ce sigle se réfère à tout produit utilisé par les particuliers pour la santé, pour des raisons cosmétiques ou par l'agro-industrie pour stimuler la croissance ou la santé du bétail. [2]

Le sujet des PPCPs dans l'eau est largement étudié depuis quelques années comme le prouve un nombre croissant de publications. La plupart des analyses réalisées dans des pays européens rapportent des concentrations variables d'une étude à l'autre pour des molécules identiques. Ces différences se justifient par des prescriptions différentes selon les pays ou régions, des structures de réseaux d'égouts différentes et du choix parmi les méthodes analytiques.

A titre d'exemple, l'ibuprofène retrouvés dans l'eau a un effet sur la faune aquatique et en particulier qui montrent des perturbations du développement sexuel, de la croissance et de la reproduction. [3], [4]

Le sujet de notre étude portera sur l'extraction de l'ibuprofène dans un milieu aqueux en utilisant un nouveau polymère de cyclodextrine insoluble dans l'eau (PolyCyC[®]), synthétisé avec l'acide citrique comme réticulant sans utiliser de solvants organiques dans la préparation, les expériences d'extraction solide /liquide sont réalisées dans une cartouche, les résultats montrent que ce polymère présente des rendements d'extraction très élevés dans les conditions idéales, dans cette étude on montre aussi que ce polymère possède des rendements et des cycles de régénération plus élevés par rapport aux charbon actif.

L'effet de certains paramètres opératoires a été testé a savoir, l'effet de débit de la pompe, la quantité d'absorbant et la concentration du polluant.

II. Partie expérimentale

II.1. Appareillage

Les spectres Uv-Visible sont obtenus à l'aide d'un spectrophotomètre Safas Monaco.

L'analyse de diffraction aux rayons X est effectuées en utilisant un diffractomètre de type Oxpert pro panalytical.

L'expérience d'extraction est effectuée dans une colonne en système continue (figure 1).

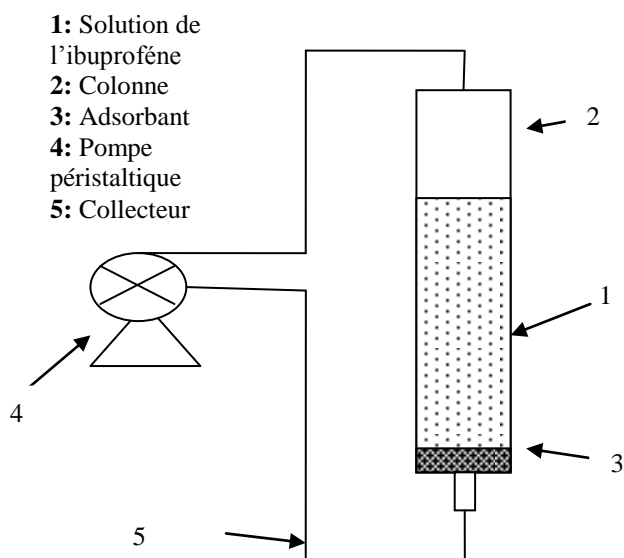


Fig.1 : Représentation schématique de l'extraction de l'ibuprofène avec le polymère de cyclodextrine sur colonne

II.2. Produits chimiques

Le polymère de β -cyclodextrine (P- β -CD) a été synthétisé dans le laboratoire de pharmacie galénique, faculté de médecine et pharmacie, université de Rouen (France), par Mohamed Skiba [5], l'ibuprofène est obtenu par Hubei Granules-biocauses pharmaceutiques CO, LTD (Chine)

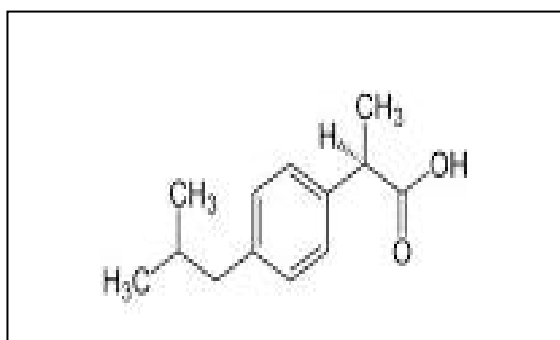


Fig. 2 : Structure moléculaire de l'ibuprofène.

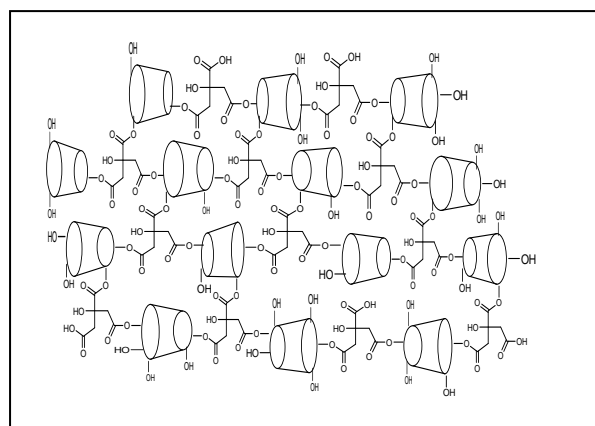


Fig.3 : Structure moléculaire du polymère de β -cyclodextrine réticulé avec l'acide citrique.

II.3. Expérience d'adsorption

Les expériences d'extraction ont été effectuées dans une colonne, en utilisant le polymère de β -cyclodextrine comme adsorbant et 60 ml d'une eau contenant l'ibuprofène autant qu'un milieu pollué à température ambiante pendant 6 heures.

A un certain intervalle de temps, 800 microlitres de la solution est prélevés et analysés par spectrophotomètre UV-Visible à une longueur d'onde de 223 nm.

L'efficacité d'extraction (%) est calculée selon l'équation (1).

$$\text{Efficacité (\%)} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \cdot 100 \quad (1)$$

Sachant que C_0 , C_t est la concentration de la progesterone respectivement à l'instant $t=0$ et à l'instant t .

II.4. Effet des paramètres opératoires sur l'adsorption de l'ibuprofène

L'effet de certains paramètres opératoires a été étudié, sachant la concentration du soluté, la quantité de l'adsorbant et le débit de la pompe.

III. Résultats et discussion

III.1. Effet des variables opératoires sur l'adsorption de la progesterone sur le polymère de β -cyclodextrine

Effet de la quantité d'adsorbant

La figure 4 montre l'influence de la quantité d'adsorbant sur l'adsorption de la progesterone, on

constate que l'efficacité augmente avec l'augmentation de la quantité d'adsorbant. On remarque aussi que le temps d'équilibre diminue avec l'augmentation de la quantité d'adsorbant.

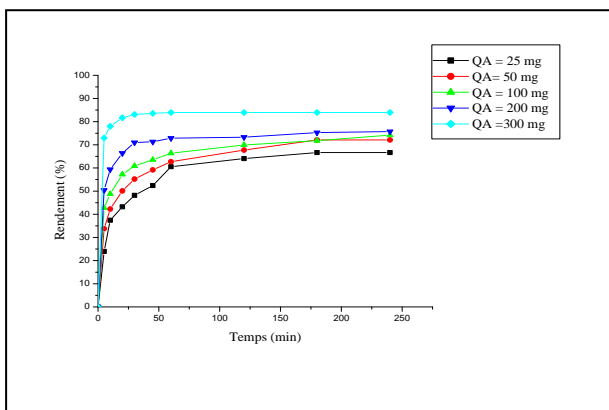


Fig.4: Effet de la quantité du polymère de β -cyclodextrine sur l'extraction de l'ibuprofène, température 25 °C, concentration 30 mg/L dans 60 ml d'eau, QA= quantité adsorbent.

Effet de la concentration initiale de l'ibuprofène

La concentration initiale est conditionnée avec la faible solubilité de l'ibuprofène dans l'eau (30 mg/L). D'après la figure 5 on remarque que l'efficacité d'extraction augmente avec la diminution de la concentration de l'ibuprofène.

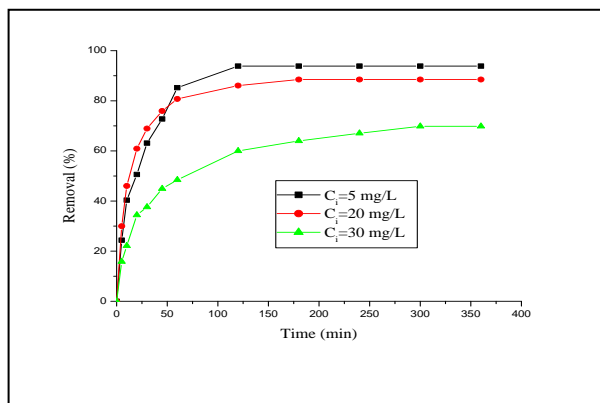


Fig.5: Effet de la concentration initiale sur l'extraction de l'ibuprofène avec le polymère de β -cyclodextrine, quantité d'adsorbant égale à 25 mg, débit de la pompe 1.5 L/h, température 25°C.

Effet du débit de la pompe

La figure 6 montre l'influence de débit de la pompe sur l'extraction de l'ibuprofène, on remarque que l'efficacité et la cinétique augmentent significativement avec le débit de la pompe cet effet peut être due a l'augmentation de nombre de cycle qui permet d'accélérer le transfert de matière de la solution à la surface du solide et la diminution de l'épaisseur de la couche limite formée autour du matériau.

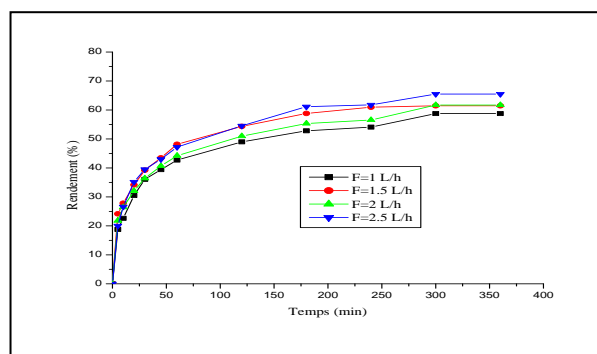


Fig.6 : Effet de débit de la pompe sur l'extraction de l'ibuprofène avec le polymère de β -cyclodextrine, quantité d'adsorbant 25 mg, température 25 °C, concentration 10 mg/L dans 60 ml d'eau, F= débit de la pompe (L/h).

III.3. Analyse par diffraction aux rayons X

La figure 8 révèle les diffractogramme de l'ibuprofène, du polymère β -cyclodextrine avant et après extraction.

L'ibuprofène présente une structure cristalline, tandis que le polymère de β -cyclodextrine seul est amorphe, d'après la figure 8 le polymère de cyclodextrine après extraction présente toujours une structure amorphe.

La nature amorphe du polymère de β -cyclodextrine après extraction indique la formation d'un complexe d'inclusion entre la β -cyclodextrine et l'ibuprofène ou bien la dispersion de l'ibuprofène dans le réseau polymérique.

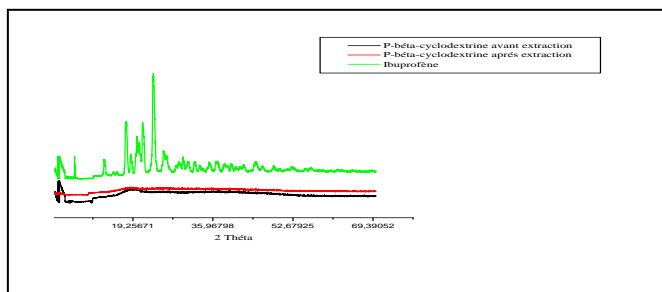


Fig.8 : Diffractogramme de l'ibuprofène et du polymère de β -cyclodextrine avant et après extraction.

IV. Conclusion

Le polymère de β -cyclodextrine donne des rendements d'extraction élevés dans les conditions idéales.

L'extraction de l'ibuprofène est fortement influencée par la quantité du polymère de β -cyclodextrine et la concentration tandis qu'il est faiblement influencé par le débit.

Le polymère de β -cyclodextrine est un bon candidat pour une utilisation dans le traitement des rejets pharmaceutiques ainsi que dans les cartouches pour la filtration d'eau potable.

Référence

[1] Halling-sorensen B. et al. (1995). Jorgensen S.E. Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment - A review. *Chemosphere* 36(2), 357-393.

[2] Kümmerer K. (2001). Drugs in the environment : emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources – a review. *Chemosphere* 45, 957-969.

[3] Fernandes D. et al. (2011). Can pharmaceuticals interfere with the synthesis of active androgens in male fish? An in vitro study, *Marine Pollution Bulletin* 62, 2250–2253.

[4] Gonzalez-Rey M. and João Bebianno M. (2012). Does non-steroidal anti-inflammatory (NSAID) ibuprofen induce antioxidant stress and endocrine disruption in mussel *Mytilus galloprovincialis*?, *environmental toxicology and pharmacology* 33, 361–371.

[5] Skiba, M.: PCT/FR 10/00876, 2010.