

Dépolluer les eaux par le chitosane : répondre aux besoins actuels et futurs.

Habitant dans une station balnéaire touristique, je me sens impliquée dans le maintien d'une bonne qualité des eaux et donc dans leur dépollution. Le chitosane, biopolymère abondant et biodégradable, semble un candidat efficace pour la dépollution des eaux car ses propriétés lui permettent d'adsorber les ions métalliques comme ceux du cuivre.

Dépolluer les eaux permet la préservation des milieux. Les interactions du chitosane avec les polluants sont exploitables car, sous forme de poudre ou de film, il présente une interface chimique prometteuse au coeur de phénomènes d'adsorption, et des qualités physiques telles que l'élasticité et la résistance à la rupture.

Positionnement thématique (phase 2)

CHIMIE (Chimie Analytique), CHIMIE (Chimie Inorganique), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Chitosane</i>	<i>Chitosan</i>
<i>Adsorption</i>	<i>Adsorption</i>
<i>Métaux lourds</i>	<i>Heavy Metals</i>
<i>Désacétylation</i>	<i>Deacetylation</i>
<i>Dépollution des eaux</i>	<i>wastewater treatment</i>

Bibliographie commentée

Le cuivre est aujourd'hui très utilisé dans l'industrie, et le rejet croissant de cet élément contamine les sources d'eaux, menaçant dangereusement les écosystèmes. Le problème de la dépollution des eaux en élément cuivre est donc primordial pour préserver les générations futures. Une solution durable pourrait être le **chitosane**, issu de la chitine qui est le biopolymère le plus abondant sur Terre après la cellulose [1]. Le chitosane trouve des applications dans de nombreux domaines car il a la capacité d'être chargé positivement en milieu acide et réagit donc avec de nombreux composés biologiques. La chitine, principalement extraite de carapaces de crustacés issus de la biomasse, est transformée en chitosane suite à un procédé de déminéralisation, déprotéinisation, puis grâce à une réaction de **désacétylation** [2].

En plus de son utilisation dans les domaines de l'agriculture, l'alimentaire, le biomédical... le chitosane a également la capacité de complexer des métaux lourds, c'est pourquoi il est utilisé pour le **traitement des eaux usées**. En effet, les groupements amine présents dans le chitosane ont une forte affinité pour les métaux de transition, ces derniers forment alors des **complexes** avec le

chitosane. Les travaux de S. Annouar, A.Soufiane, M. Mountadar [7] sur la dénitratisation d'une eau de rejet industriel, prouvent que la chitine est moins efficace que le chitosane, d'où l'intérêt d'effectuer une désacétylation. L'affinité du chitosane est notamment très importante pour les ions cuivre (II), d'après les travaux de M.Rhazi [3], car un film de chitosane peut réduire de 80% la concentration initiale en ions cuivre (II), alors que le pourcentage d'élimination ne dépasse pas 50% pour les autres ions métalliques. Le chitosane semble donc le candidat idéal pour la **dépollution des eaux en ions cuivre (II)**.

De plus, les travaux de J. Desbrières ont mis en évidence que la formation de ces complexes est favorisée autour d'un pH de 6 [8] et surtout lorsque le degré de désacétylation est maximal c'est-à-dire de 70 à 90% [4]. Tous les travaux s'accordent pour dire que le degré de désacétylation est le paramètre qui influence le plus la complexation.

Si la communauté scientifique perçoit le potentiel du chitosane, différentes formes de ce dernier sont étudiées, notamment sous forme de poudre, de film, de gel...[5]. Nous nous focaliserons sur le cas du film et de la poudre afin de comparer leur efficacité et comprendre les causes des différences observées.

Par ailleurs, les travaux scientifiques concluent que non seulement le chitosane est plus performant que la chitine mais présente aussi une cinétique d'adsorption plus rapide en ce qui concerne l'adsorption des nitrates par le chitosane [6],[7]. Est-ce similaire pour le cuivre ? Les travaux de J. Desbrières et M. Rhazi [3] le suggèrent car, après 2h de contact, 60% des ions ont été éliminés et fixés par le film de chitosane, mais la comparaison n'a pas été faite avec la chitine brute. Il est observé que la poudre est moins efficace, il serait donc plus avantageux d'utiliser **un film** et de connaître sa capacité maximale d'adsorption ainsi que ses **propriétés physiques** afin de savoir s'il est suffisamment résistant et efficace chimiquement pour dépolluer une eau de rejet.

Problématique retenue

Le chitosane serait-il une solution durable pour dépolluer les eaux en ions métalliques ? Est-il plus judicieux de l'utiliser sous forme de poudre ou de film ? Comment faire évoluer le matériau pour aboutir à une solution idéale, applicable par les industriels, et respectueuse de l'environnement ?

Objectifs du TIPE

Je me propose :

1) D'extraire la **chitine**, la comparer avec le chitosane en validant la désacétylation par **spectroscopie infrarouge** puis de comprendre l'affinité du chitosane pour les ions métalliques.

2) De comparer la fixation du cuivre (II) sur le chitosane sous différentes **formes** (poudre ou film) et d'évaluer la **capacité d'adsorption d'un film**.

3) De réaliser une étude pour comparer l'influence de **l'épaisseur du film** sur l'adsorption et étudier ses propriétés thermomécaniques dans un milieu sous certaines contraintes.

4) De **recycler** le film et de conclure sur l'efficacité d'un tel recyclage sur l'adsorption.

Abstract

Water pollution remains a burning issue in our current world. Chitosan could be an efficient solution. I have decided to work on the complex Copper-chitosan to understand its particularity.

First, I have extracted chitin and compared it to chitosan thanks to spectroscopy. Then, an experiment allowed me to understand that chitosan films were more efficient than powder to fix heavy metals such as copper. However resistant to constraints the film might be, the financial aspect had to be taken into account. Furthermore, it is also possible to take back those heavy metals and to recycle the film.

Références bibliographiques (phase 2)

- [1] JACQUES DESBRIÈRES : L'actualité chimique, chitine et chitosane : *Chapitre illustration directe, n°44 novembre-décembre 2002*
- [2] M.RHAZI, J.DESBRIÈRES, A.TOLAIMATE, A. ALAGUI, P.VOTTERO : Investigation of different natural source of chitin : influence of the source and deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan : *Society of Chemical Industry, 2000*
- [3] M.RHAZI, J. DESBRIÈRES, A.TOLAIMATE, M.RINAUDO, P.VOTTERO, P.ALAGUI, M. EL MERAY : Influence of the nature metal ion on the complexation with chitosan. Application to the treatment of liquid waste : *Elsevier Science Ltd. 2002*
- [4] JACQUES DESBRIÈRES, ERIC GUIBAL : Polysaccharides for metal ion recovery- A focus on chitosan : *Chapitre 10*
- [5] JACQUES DESBRIÈRES, ERIC GUIBAL : Le traitement des eaux et le chitosane : *Chapitre IX, 2017*
- [6] F.BOUKHLIFI, M.ALLALI, A.BENCHEIKH : Etude de la pollution métallique des eaux usées d'une industrie chimique et essai de traitement par la chitine brute : *Mar. Life 2001, volume 11.*
- [7] S. ANNOUAR, A.SOUFIANE, M. MOUNTADAR : Etude de la dénitratisation par des adsorbats naturels (chitine et chitosane) : *Université d'El Jedida Maroc, Dechets, revue francophone d'écologie industrielle, N°37, 2005*
- [8] M.RHAZI, J. DESBRIÈRES, A.TOLAIMATE, M.RINAUDO, P.VOTTERO, P.ALAGUI : , Contribution to the study of the complexation of copper by chitosan and oligomers : *Elsevier Science Ltd. 2001*

DOT

- [1] 27/02/2017 : Premier contact. Appel téléphonique avec J.M. Sotiropoulos, Directeur de Recherche à l'Institut Pour la Recherche sur l'Environnement et les Matériaux de Pau (IPREM), maître de stage en 3ème qui me met en contact avec Mr Taton du Laboratoire de Chimie des Polymères et Mr Billon de l'IPREM.
- [2] 24/04/2017 : Naissance du sujet. Echanges téléphoniques avec Mr Desbrières, conseiller

par M. Billon sur la chitine et le chitosane : suggestion d'expérience. Emergence de l'idée du sujet.

[3] Mai 2017 : Appropriation. Extraction la chitine à partir d'os de seiche. Documentation été 2017 : lecture de thèses sur l'adsorption d'ions métalliques par le chitosane [7] et [8] et mise en place des premiers protocoles expérimentaux.

[4] Octobre 2017 : Premières expériences. Elaboration des premiers films de chitosane. Expérience réussie. Première expérience sur l'influence du pH après procurement de chitosane industriel. Echec, expérience à reconsidérer.

[5] Novembre 2017 : Nouvelles idées. Essai de la mesure de l'épaisseur des films créés au Michelson. Echec. Film trop irrégulier. Test au palmer, instrument plus adapté. Début des expériences de spectroscopie pour comparer l'adsorption de la chitine extraite et du chitosane.

[6] Décembre 2017 : Suivi spectroscopique de l'adsorption. Spectrophotomètre du lycée en panne. Contact avec M. Anschultz de l'Université de Bordeaux au département Géologie à l'EPOc (Environnements et Paléo environnement Océaniques) pour utilisation de leur spectrophotomètre Visible. Mesures réalisées le jeudi 14 Décembre : valident la meilleure efficacité du film.

[7] Janvier 2018 : Adsorption de polluants organiques. Echange téléphonique avec Amélie Frantz doctorante, qui travaille sur l'influence des polluants organiques sur les oiseaux marins. Echange intéressants sur matériel utilisé et sur le sujet de sa thèse : décision de tester l'adsorption de polluants organiques par un film de chitosane.

[8] Fin Janvier et Février 2018 : Réorientation vers le recyclage. Problème de disponibilité au laboratoire d'Amélie Frantz. Abandon du projet sur les polluants organiques. Emergence de l'idée de l'étude du recyclage du film par l'EDTA ou le diiode.