

ANNONCE DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT 3^{ème} cycle - ENPC

La soutenance de thèse de doctorat de Melle Baatache Ouiem, département Génie des procédés.

Filière : Génie des procédés, Spécialité : Génie des procédés,

Sur le thème: " Utilisation des bio-coagulants dans le traitement des eaux : Extraction et Caractérisation ".

aura lieu

Jeudi 21 novembre 2024 à 16h

à la salle de conférences du 1^{er} étage.



Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
. SAOULI Ouacil	MCA	ENP. Malek Bennabi Constantine	Président
. DERBAL Kerroum	Prof	ENP. Malek Bennabi Constantine	Encadreur
. ARRIS Sihem	Prof	Université Salah Bounider Constantine 3	Examinateur
. CHIKHI Mostapha	Prof	Université Salah Bounider Constantine 3	Examinateur
. TOUATI Souheila	MCA	ENP. Malek Bennabi Constantine	Examinateur

Toute personne intéressée est cordialement invitée.

Sujet de thèse : Utilisation des bio-coagulants dans le traitement des eaux : Extraction et Caractérisation.



Nom et prénom : BAATACHE Ouiem

Directeur de thèse : Prof. DERBAL Keroum

Etablissement de rattachement : Ecole Nationale Polytechnique " Malek Bennabi " de Constantine

Département : Génie des procédés

Thèse en vue de l'obtention d'un diplôme de doctorat troisième cycle dans la filière " génie des procédés ", spécialité " génie des procédés ".

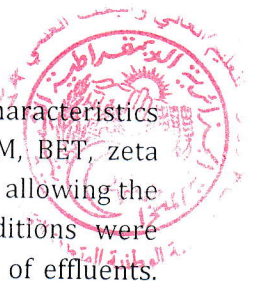
Résumé

La coagulation-floculation (CF) est un processus essentiel dans le traitement des eaux et des eaux usées, bien que l'utilisation de coagulants chimiques soit associée à des impacts environnementaux et sur la santé. Dans ce contexte, la recherche de coagulants alternatifs est devenue une priorité, avec un intérêt croissant pour les coagulants naturels. Cette recherche s'intéresse à l'exploitation des cônes de pin comme biocoagulants et adsorbants dans le traitement des eaux. Les caractéristiques des matériaux utilisés ont été analysées à l'aide de diverses techniques analytiques (FTIR, DRX, MEB, BET, potentiel zêta). Des dosages colorimétriques ont été effectués pour évaluer les protéines, les sucres et les polyphénols, permettant d'identifier les familles de molécules impliquées (agents coagulants). Les conditions optimales de (CF) ont été déterminées en batch dans un jar-test. Les expérimentations ont été réalisées sur différents types d'effluents. La méthodologie de surface de réponse (MSR), basée sur le plan de Box-Behnken (PBB), a été utilisée pour l'optimisation des processus de coagulation, d'adsorption et d'extraction des agents coagulants à partir des cônes de pin. L'extraction des cônes de pin a révélé des conditions optimales produisant des taux élevés de protéines, de polyphénols et de polysaccharides. L'optimisation de l'extrait de cônes de pin (PC-NaCl) dans le traitement des eaux usées a permis d'atteindre des taux d'élimination élevés, avec 98,81 % pour la turbidité, 72,02 % pour la DCO et 86,44 % pour le phosphate. Les modèles de surface de réponse ont confirmé la validité de ces résultats. De même, l'extrait de cônes de pin (PC-H₂O) a montré une efficacité élevée dans l'élimination des métaux lourds, avec des taux d'élimination de 98,78, 99,53, 95,82 % pour le fer, le zinc, et le cuivre respectivement, confirmés par l'ANOVA. En outre, sous les conditions optimales, l'application de différents extraits de cônes de pin (PC-H₂O, PC-NaCl, PC-NaOH, PC-HCl) dans le traitement des eaux potables a entraîné une réduction notable de divers polluants. Le traitement combiné coagulation-adsorption a conduit à une élimination significative de la turbidité, atteignant 98,45 % d'efficacité, soulignant l'importance des conditions optimales telles que la dose de coagulant, le pH et le temps de décantation. Les modèles de MSR utilisés ont démontré une excellente validité, avec des coefficients de corrélation élevés. Enfin, l'évaluation de l'utilisation des cônes de pin sous forme d'extrait (PC-NaCl, PC-H₂O) et de poudre (PCP) dans le traitement des eaux industrielles a montré une efficacité globale élevée de plus de 90 % dans l'élimination de divers polluants. L'optimisation des résidus en tant qu'adsorbant a atteint une efficacité d'élimination de 99,9 % pour le colorant cristal violet, confirmant la validité statistique des résultats obtenus par la MSR. Les résultats indiquent que les cônes de pin ont un fort potentiel en tant que coagulants et adsorbants pour le traitement des eaux. Cependant, l'efficacité de ces processus est influencée par plusieurs facteurs, notamment les caractéristiques et le type de l'eau brute, les conditions de traitement et les caractéristiques des coagulants.

Mots clés: Cône de pin, Coagulation floculation, adsorption, traitement des eaux, Bio-coagulants, Extraction, Caractérisation, optimisation

Abstract

Coagulation-flocculation (CF) is an essential process in water and wastewater treatment, although the use of chemical coagulants is associated with environmental and health impacts. In this context, the search for alternative coagulants has become a priority, with increasing interest in natural coagulants. This research



focuses on exploring *pinecones* as bio-coagulants and adsorbents in water treatment. The characteristics of the materials used were analyzed using various analytical techniques (FTIR, XRD, SEM, BET, zeta potential). Colorimetric assays were performed to evaluate proteins, sugars, and polyphenols, allowing the identification of the molecule families involved (coagulating agents). Optimal CF conditions were determined in batch tests using a jar-test. Experiments were conducted on different types of effluents. Response Surface Methodology (RSM), based on the Box-Behnken Design (BBD), was used for optimizing the coagulation, adsorption, and extraction processes of coagulant agents from *pine cones*. The extraction of *pine cones* revealed optimal conditions producing high levels of proteins, polyphenols, and polysaccharides. Optimization of the *pine cone* extract (PC-NaCl) in wastewater treatment achieved high removal rates, with 98.81% for turbidity, 72.02% for COD, and 86.44% for phosphate. Response Surface Models confirmed the validity of these results. Similarly, the *pine cone* extract (PC-H₂O) showed high efficiency in heavy metal removal, with removal rates of 98.78%, 99.53%, and 95.82% for iron, zinc, and copper, respectively, confirmed by ANOVA. Additionally, under optimal conditions, the application of different *pine cone* extracts (PC-H₂O, PC-NaCl, PC-NaOH, PC-HCl) in drinking water treatment led to significant reductions in various pollutants. The combined coagulation-adsorption treatment resulted in a significant turbidity removal, achieving 98.45% efficiency, highlighting the importance of optimal conditions such as coagulant dosage, pH, and settling time. The RSM models used demonstrated excellent validity, with high correlation coefficients. Finally, the evaluation of *pine cones* used as extracts (PC-NaCl, PC-H₂O) and powder (PCP) in industrial water treatment showed an overall high efficiency of over 90% in removing various pollutants. The optimization of residues as adsorbents reached a removal efficiency of 99.9% for crystal violet dye, confirming the statistical validity of the results obtained by RSM. The results indicate that *pine cones* have strong potential as coagulants and adsorbents for water treatment. However, the effectiveness of these processes is influenced by several factors, including the characteristics and type of raw water, treatment conditions, and coagulant properties.

Keywords: *Pine cone*, Coagulation-flocculation, Adsorption, Water treatment, Bio-coagulants, Extraction, Characterization, Optimization.

ملخص

تعتبر عملية التخمير والتلبد من العمليات الأساسية في معالجة المياه ومياه الصرف الصحي، على الرغم من أن استخدام المواد الكيميائية المخثرة يرتبط بتأثيرات بيئية وصحية. في هذا السياق، أصبح البحث عن مخثرات بديلة أولوية، مع اهتمام متزايد بالمخثرات الطبيعية. يركز هذا البحث على استغلال مستخلص الصنوبر كمواد حيوية للتخمير والامتصاص في معالجة المياه. تم تحليل خصائص المواد المستخدمة باستخدام تقنيات تحليلية متنوعة. تم إجراء عمليات تقدير لونية لتقييم البروتينات والسكريات والبوليفينولات، مما يسمح بتحديد عائلات الجزيئات المشاركة (عوامل التخمير). (تم تحديد الظروف المثلى للتخمير والتلبد في تجارب باستخدام اختبار الجارتاست. تم إجراء التجارب على أنواع مختلفة من المياه. تم استخدام منهجية سطح الاستجابة، القائمة على تصميم بوكس-بنكن، لتحسين عمليات التخمير والامتصاص واستخلاص عوامل التخمير من مستخلص الصنوبر. كشفت عملية استخلاص مستخلص الصنوبر عن ظروف مثلى تؤدي إلى معدلات عالية من البروتينات والبوليفينولات والبوليساكاريدات. سمح تحسين مستخلص الصنوبر في معالجة مياه الصرف الصحي بتحقيق معدلات إزالة عالية، بلغت 98.81% للعاكسة، و 72.02% للمطلب الكيميائي للأكسجين، و 86.44% للفوسفات. أكدت نماذج سطح الاستجابة صحة هذه النتائج. وبالمثل، أظهر مستخلص الصنوبر فعالية عالية في إزالة المعادن الثقيلة، مع معدلات إزالة بلغت 98.78% و 99.53% و 95.82% للحديد والزنك والنحاس على التوالي، وهو ما أكدته تحليل التباين. بالإضافة إلى ذلك، تحت الظروف المثلى، أدى تطبيق مستخلصات مختلفة من مخاريط الصنوبر في معالجة مياه الشرب إلى تقليل ملحوظ لمختلف الملوثات. أدت عملية المعالجة المشتركة للتخمير والامتصاص إلى إزالة كبيرة للعاكسة، بلغت 98.45% من الكفاءة، مما يؤكد أهمية الظروف المثلى مثل جرعة المخثر، ودرجة الحموضة، ووقت الاستقرار. أظهرت نماذج سطح الاستجابة المستخدمة صحة ممتازة، مع معاملات ارتباط عالية. أخيراً، أظهر تقييم استخدام بودرة مخاريط الصنوبر ومستخلص في معالجة المياه المستعملة الصناعية فعالية إجمالية عالية تزيد عن 90% في إزالة مختلف الملوثات. حقق تحسين المخلفات كمواد ماصة كفاءة إزالة بلغت 99.9% للصبغة الكريستالية البنفسجية، مما يؤكد الصلاحية الإحصائية للنتائج التي تم الحصول عليها من خلال منهجية سطح

الاستجابة. تشير النتائج إلى أن مخاريط الصنوبر لها إمكانات كبيرة كمخثرات ومواد ماصة لمعالجة المياه. ومع ذلك، تتأثر فعالية هذه العمليات بعدة عوامل، بما في ذلك خصائص ونوع المياه الخام، وظروف المعالجة، وخصائص المخثرات. **الكلمات المفتاحية:** مخاريط الصنوبر، التخثر- التلبد، الامتصاص، معالجة المياه، المخثرات الحيوية، الاستخراج، التوصيف، التحسين.

