

# Production de nanocomposites carbone-métal à partir de résidus industriels et leurs applications comme adsorbants de polluants

## CONTEXTE

Afin de faire face aux problèmes causés par l'émission des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, tels que les changements climatiques, plusieurs pays se sont engagés à diminuer leurs émissions de GES à des niveaux en dessous des émissions de 1990, dont le Québec. Il y a un grand nombre d'options de recyclage de carbone contenu dans des matières résiduelles, étant les plus communes le compostage et la biométhanisation. Afin d'augmenter la diversité des procédés qui peuvent être appliqués à des petites échelles et offrir des incitatifs économiques plus intéressants, il est nécessaire de démontrer à petite échelle leur faisabilité technique. Parmi ces procédés se trouve la transformation thermochimique des matières résiduelles.

## MÉTHODOLOGIE

Jusqu'à présent, le projet a été développé comme suit :

- I. Caractérisation et sélection de résidus. Des résidus contenant des composés organiques ont été testés pour déterminer leur capacité d'induire la formation des nanostructures spécifiques, telles que nanosphères, nanotubes et nanofils.
- II. Synthèse des nanocomposites. Les composés organiques qui induisent ont été sélectionnés pour les transformer en présence des résidus industriels contenant des métaux, tels que du titane et du zinc, afin de produire des nanocomposites structurés.
- III. Caractérisation de nanocomposites. Des méthodes de caractérisation ont été développées pour déterminer les principales propriétés des nanocomposites.
- IV. Détermination de la capacité d'adsorption de métaux lourds. Des cinétiques d'adsorption ont été réalisées pour évaluer le potentiel d'utiliser les nanocomposites comme adsorbants de polluants présents dans des effluents industriels.

## RETOMBÉES SUR LA FORMATION

Le projet est idéal pour intégrer des étudiants de la technique collégiale en chimie analytique et des étudiants universitaires. Des étudiants de différents niveaux participent au développement du projet et ils sont formés pour acquérir l'autonomie au niveau d'analyse et mise en opération des méthodologies de travail complexes. Un étudiant du Cégep de Shawinigan collabore étroitement avec un étudiant au doctorat provenant d'une université et qui participe à ce projet. Les apprentissages reliés à ceux-ci sont très bénéfiques.

## PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

La PI appartient au CNETE et aux participants du projet.

## HYPOTHÈSE DE DÉPART ET RISQUE

La transformation thermochimique des matières organiques permettrait d'obtenir des particules à base de charbon avec des caractéristiques très avantageuses pour la capture de polluants dans des effluents industriels. La transformation thermochimique des résidus industriels contenant des biomolécules et des métaux permettrait d'obtenir des composites charbon-métal, lesquels pourraient être adaptés à des applications d'adsorption ou de catalyse.

Le principal risque serait que le métal agisse comme catalyseur dans la transformation thermochimique induisant les réactions jusqu'à une oxydation complète.

## RÉSULTATS

Le projet est à la fin de la première année, sur une durée de 3 ans. Les résultats préliminaires sont prometteurs. Des nanocomposites ayant la forme de nanosphères ont été produits. Certains nanocomposites montrent une capacité d'adsorption des cations de métaux lourds présents dans des eaux résiduelles synthétiques comparables à des adsorbants commerciaux.

## IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Les résultats promettent la valorisation simultanée des deux sortes de résidus diamétralement opposés en nature et méthodes de gestion. D'un côté des résidus organiques qui peuvent être transformés par voie biologique, et d'autre côté des résidus industriels riches en métaux qui généralement sont envoyés à l'enfouissement s'ils ne contiennent pas des métaux coûteux en grande teneur.

Pour aller loin dans le concept du zéro déchet, ce projet permettra aux entreprises qui ont des résidus similaires de les valoriser et de les utiliser, par exemple pour la décontamination de ses eaux usées.

## FINANCEMENT

FRQ-programme de recherche collégiale.

Bourse MITACS-FRQ pour étudiant collégial.

Bourse pour la formation à l'étrangère du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique (Algérie)

## AVANCÉE TECHNIQUE OU TECHNOLOGIQUE

Dans le marché, les adsorbants à base de charbon activé sont très chers et l'utilisation du biochar n'est pas assez développée pour des applications industrielles.

La production de composites charbon-métal permettra de valoriser des résidus organiques et inorganiques. Ces composites devraient présenter des caractéristiques d'adsorption et de catalyse supérieures aux biochars.

## TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

Au niveau du présent projet, le transfert technologique est encore prématuré. Surtout qu'il s'agit d'un projet sans partenaire industrielle.

## COMPÉTITIVITÉ

Dans ce moment, il n'est pas possible de faire des affirmations dans ce sens.

## DANS UN MONDE SANS CONTRAINTE...

Actuellement, il n'existe pas une contrainte financière pour la réalisation du projet. Les principales contraintes sont surtout technologiques, parce qu'il faut développer des méthodes de caractérisation ou fonctionnalisation qui ont été conçues originalement pour des matériaux ayant des micromètres comme taille de particule. Également, la production à échelle laboratoire permet de produire des nanocomposites en faible quantité, forçant à l'adaptation des méthodes de fonctionnalisation et de caractérisation développées pour des matériaux avec des échantillons en quantité abondante. Finalement, une grande majorité des méthodes ne sont pas encore standardisées, obligeant à investir plus de temps pour s'assurer de la répétitivité des résultats.

## PARTENAIRES

FODIL Mohamed, étudiant au doctorat Université de Sétif 1 (Algérie)

**ÉQUIPE DE RÉALISATION**  
**PELLETIER Louis-Philippe**  
étudiant au Cégep de Shawinigan,  
**DELGADO CANO Beatriz**,  
assistante de recherche CNETE,  
**AVALOS RAMIREZ Antonio**,  
chercheur CNETE