

10 February 2022

Offre de thèse pour un CDD doctorant

Début : 1^{er} octobre 2022

Charbons actifs végétaux optimisés pour l'épuration des biogaz

Informations Générales

Lieu de travail: Epinal, France

Type de contrat: contrat doctoral ANR

Durée du contrat: 36 mois

Date d'embauche prévue: 1^{er} Octobre 2022

Quotité de travail: Temps complet

Rémunération: 2135 € bruts mensuels (1715.89 € nets)

Formations souhaitées: Master 2 ou Ecole d'Ingénieurs en science des matériaux/chimie du solide.

Expérience requise: -

Contexte

Le sujet proposé s'inscrit dans le cadre du laboratoire commun ANR « CarBioLab » entre l'IJL (UMR CNRS – Université de Lorraine) et Groupe Bordet, une PME française productrice de charbon végétal. Ce doctorat donnera l'occasion à un/e étudiant/e très motivé/ée de contribuer d'une part à une étape essentielle sur la route vers l'autonomie énergétique du pays, et d'autre part de travailler au respect de l'environnement en piégeant les composés proscrits dans les applications énergétiques des biogaz. Il sera à l'interface entre les sciences fondamentales (compréhension et optimisation des processus d'adsorption, interactions gaz – solides poreux fonctionnalisés, ...), les sciences appliquées (processus de séparation de gaz, sélectivité et capacités d'adsorption en conditions dynamiques, adsorptions compétitives, ...) tout en gardant à l'esprit les contraintes du monde industriel (coûts des matières et des procédés, disponibilité des matières premières, indices de performances en situation réelle, transférabilité à l'échelle industrielle, développement de produits pour la mise sur le marché, ...). Les notions d'économie circulaire et de filière courte seront également centrales à ces travaux, s'agissant d'utiliser des ressources végétales locales en les transformant en charbons actifs optimisés pour valoriser d'autres résidus de biomasse en vue de leur méthanisation.

Le sujet est donc en accord avec plusieurs challenges actuels, qu'ils soient économiques ou sociétaux:

- Exploiter des ressources naturelles locales, abondantes et renouvelables.
- Elaborer des matériaux efficaces, sûrs, et écologiques.
- Favoriser le développement de technologies d'avenir (méthanisation).

Missions / Activités

Les activités de recherche s'articuleront autour des 3 axes suivants :

1. Développement de charbons actifs (CAs) végétaux à l'échelle laboratoire et évaluation de leurs performances

Ce premier axe aura pour but de définir le cahier des charges et ainsi les performances et les propriétés texturales et physico-chimiques des CAs pour les marchés du raffinage des biogaz (capacités d'adsorption, niveaux d'épuration, cinétique). Le but est de pouvoir développer des matériaux biosourcés ayant des performances au moins équivalentes aux CAs commerciaux. L'identification des caractéristiques à cibler en priorité permettra de comprendre comment produire des matériaux équivalents à partir de bois locaux.

2. Développement d'un prototype à l'échelle 1 et détermination des méthodologies d'évaluation

Suite à cette phase d'analyses comparatives, le second axe de travaux consistera à :

- Mettre au point des matériaux prototypes à l'échelle du laboratoire et caractériser leurs propriétés texturales et chimiques ;
- Evaluer leurs performances en environnement réaliste : biogaz de synthèse avec des impuretés modèles représentatives, puis réel ;

Cette méthodologie permettra d'optimiser les propriétés des CAs d'origine végétale par activation physique ou chimique, selon les cas, mais aussi d'utiliser un tout nouvel appareil instrumenté d'adsorption à pression modulée sur colonnes de CAs permettant de cibler sélectivement les polluants gazeux à séquestrer en environnement réel.

3. Optimisation des procédés et transfert technologique

Ce dernier axe visera à réaliser un transfert de technologie à l'échelle industrielle par l'obtention d'un ou plusieurs matériaux prototypes industriels avec les mêmes performances qu'à l'échelle du laboratoire. Il s'agira notamment de reproduire à l'échelle industrielle les propriétés physico-chimiques et texturales des CAs produits au laboratoire, de les caractériser selon les méthodologies mises en place dans l'axe 2, puis de les analyser en environnement réel avec l'appui des utilisateurs finaux.

Références (quelques exemples)

1. O.W. Awe, Y. Zhao, A. Nzihou, A. et al. A Review of Biogas Utilisation, Purification and Upgrading Technologies. *Waste Biomass Valorization* **8** (2017) 267–283. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9826-4>
2. P. Pullumbi, F. Brandani, S. Brandani. Gas separation by adsorption: technological drivers and opportunities for improvement. *Current Opinion in Chemical Engineering* **24** (2019) 131-142. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2019.04.008>
3. K. Ciahotný and V. Kyselová. Hydrogen Sulfide Removal from Biogas Using Carbon Impregnated with Oxidants. *Energy & Fuels* **33** (2019) 5316-5321. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.9b00624>
4. T. Tuerzhong, Z. Kuerban. Preparation and characterization of cattle mature-based activated carbon for hydrogen sulfide removal at room temperature. *Journal of Environmental Engineering* **10** (2022) 107177. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.107177>
5. R. Augelletti, M. Conti, M.C. Annesini. Pressure swing adsorption for biogas upgrading. A new process configuration for the separation of biomethane and carbon dioxide. *Journal of Cleaner Production* **140** (2017) 1390-1398. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.013>
6. N.N. Zulkefli1, M.S. Masdar, W.N.R. Wan Isahak, J.M. Jahim, S.A.M. Rejab, C.C. Lye. Removal of hydrogen sulfide from a biogas mimic by using impregnated activated carbon adsorbent. *PLoS ONE* **14** (2019) e0211713. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211713>
7. C.A. Grande. Biogas Upgrading by Pressure Swing Adsorption In: *Biofuel's Engineering Process Technology*, IntechOpen, 2011, pp. 65-84. ISBN978-953-307-480-1. <https://doi.org/10.5772/18428>

Mots clés:

Charbons actifs ; Adsorption ; Biogaz ; Séparation ; Transition énergétique ; Environnement

Contexte de travail

L'encadrement se fera sur le site d'Epinal de l'Institut Jean Lamour (Campus bois - ENSTIB) et sera complémentaire en termes de compétences en synthèse et caractérisation d'adsorbants carbonés d'origine végétale et leur application au traitement des gaz. Il se fera néanmoins en interaction très forte avec le partenaire industriel, qui travaillera étroitement avec le/la candidat/e grâce à la supervision d'une chercheuse actuellement en détachement à l'IJL.

Compétences

Le/la candidat/e intégrera une équipe de recherche spécialisée en sciences des matériaux, l'équipe « Matériaux Biosourcés » de l'Institut Jean Lamour (IJL, UMR CNRS 7198), hébergée dans les locaux de l'ENSTIB à Epinal. Il/elle devra avoir suivi en priorité une formation en chimie du solide ou en sciences

des matériaux, mais des connaissances préliminaires sur les phénomènes d'adsorption et les charbons actifs seront particulièrement appréciées. Le/la candidat/e devra faire preuve d'une grande aisance avec les outils de synthèse et de caractérisation des matériaux (fours de pyrolyse, réacteurs d'activation, appareils automatiques d'adsorption, porosimètres, ...) sur lesquels il/elle sera formé/ée pour devenir rapidement autonome. Des connaissances en chimie du végétal et du carbone, et sur les processus de séparation et de traitement des gaz seront un plus. Il/elle devra se montrer dynamique, curieux/se et persévérant/e pour réaliser les multiples synthèses, caractérisations, tests et interprétations des résultats, et faire preuve de capacités à travailler en équipe.

Une bonne maîtrise de l'anglais, oral et écrit de niveau avancé, sera nécessaire. Finalement, et bien que ce critère ne soit pas déterminant pour le recrutement, un très bon niveau en langue française est fortement recommandé pour interagir dans les meilleures conditions avec le partenaire industriel impliqué dans ces recherches.

Contraintes et risques

Le poste sur lequel vous candidatez se situe dans un secteur relevant de la protection du potentiel scientifique et technique et nécessite donc, conformément à la réglementation, que votre arrivée soit autorisée par l'autorité compétente du MESR.

A propos de l'Institut Jean Lamour

L'Institut Jean Lamour (IJL) est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université de Lorraine. Il est rattaché à l'Institut de Chimie du CNRS. Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, il couvre les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique. L'IJL compte 183 chercheurs et enseignants-chercheurs, 91 personnels ingénieurs, techniciens, administratifs, 150 doctorants et 25 post-doctorants. Il collabore avec plus de 150 partenaires industriels et ses collaborations académiques se déploient dans une trentaine de pays. Son parc instrumental exceptionnel est réparti sur 4 sites dont le principal est un bâtiment neuf situé sur le campus Artem à Nancy.

L'équipe d'accueil sur le site d'Epinal mettra à disposition tous les équipements nécessaires au travail du/de la candidat/e (voir : <https://ijl.univ-lorraine.fr/equipes/equipe-materiaux-bio-sources>), les équipements mi-lourds (MEB, MET, DRX) étant disponibles sur le site de Nancy.

Pour plus d'informations: <https://ijl.univ-lorraine.fr/>

Modalité de candidature

Adresser CV, lettre de motivation et relevé des notes de M1 et M2 à:

Pr. Alain Celzard (Professeur à l'Université de Lorraine): alain.celzard@univ-lorraine.fr

avant le 2 mai 2022, délai de rigueur.