

Contrats doctoraux 2026

Titre du projet de thèse : Sélectivité et cinétique de formation des hydrates de gaz pour la purification de l'hydrogène biogénique

Directeur(s) de thèses : Bertrand Chazallon

Résumé du projet de thèse (en 20 lignes maximum) :

Dans le contexte de la production d'hydrogène renouvelable, cette thèse vise à explorer des stratégies de purification de l'hydrogène biogénique issu de la gazéification de la biomasse. Le projet s'intéresse à la séparation de mélanges complexes contenant H_2 , CO_2 , CH_4 et éventuellement CO , représentatifs de gaz de synthèse industriels. Deux approches seront étudiées : (i) une séparation fractionnée intégrant le monoxyde de carbone, et (ii) une conversion préalable du CO par réaction de Water-Gas Shift, conduisant à un mélange simplifié $H_2/CO_2/CH_4$. Dans ce cadre, le méthane biogénique, bien que minoritaire, pourrait agir comme promoteur thermodynamique en facilitant la formation des hydrates.

L'objectif est d'évaluer dans quelle mesure la co-encapsulation du CO_2 et du CH_4 dans des hydrates de structure I permet d'abaisser les conditions de formation tout en favorisant l'exclusion de l'hydrogène en phase gazeuse, ouvrant ainsi la voie à une séparation sélective. Un axe central du projet concerne l'étude des cinétiques de formation des hydrates, en lien avec des stratégies d'intensification (additifs cinétiques, milieux poreux). Les performances seront analysées en termes de capacité de stockage, de vitesse de formation et de sélectivité, pour différentes conditions initiales (glace, eau liquide, solutions aqueuses). La caractérisation reposera de manière essentielle sur des techniques spectroscopiques, en particulier la spectroscopie Raman in situ, permettant le suivi en temps réel des équilibres de phase, des cinétiques de formation et de l'occupation des cages dans des mélanges gazeux complexes. Ces approches seront complétées par des mesures volumétriques et, ponctuellement, par diffraction des rayons X pour l'analyse structurale.

Au-delà de l'application à la purification de l'hydrogène, ce travail s'inscrit dans une perspective plus large d'étude des interactions gaz-eau sous conditions thermodynamiques étendues tels que les environnements extrêmes des lunes de glace du système solaire.

Date de recrutement envisagée : 01/09/2026

Contact (adresse e-mail) : bertrand.chazallon@univ-lille.fr

Remarques/commentaires supplémentaires :
