Mars 2022

Offre de Post-Doctorat

Début : Avril 2022

Contribution à la conception des échangeurs thermiques :

introduction et fixation d’un catalyseur à la surface interne d’un échangeur compact en aluminium



## Informations générales

Lieu de travail : Nancy

Type de contrat : Contrat Post-doctoral

Durée du contrat : 9 mois

Date d'embauche prévue : Avril 2022

Quotité de travail : Temps complet

Niveau d'études souhaité : Doctorat en science des matériaux ou équivalent

## Contexte/Objectifs

Le sujet proposé fait partie intégrante du projet HYCRYO porté par la société Fives Cryo et financé par la Région Grand Est. L’objectif principal est de développer des échangeurs de chaleur à destination de la liquéfaction d’hydrogène ainsi que des pompes cryogéniques pour sa distribution.

|  |
| --- |
| Fives Cryo est un groupe d'ingénierie industrielle international implanté dans près de 30 pays et actif dans un grand nombre de secteurs parmi lesquels l'aéronautique, l'automobile, le ciment, l'acier, le verre, l'aluminium et la logistique. Aujourd’hui, Fives Cryo fabrique et livre des échangeurs de chaleur à destination de la liquéfaction d’air et de gaz naturel ainsi que des pompes cryogéniques pour la distribution de ces produits. |
| **Fives Cryo voudrait étendre sa gamme et proposer ses équipements pour l’hydrogène et ainsi participer au déploiement de ce vecteur énergétique.**  Des études menées conjointement par Fives Cryo et Air Liquide démontrent que le développement d’une solution de stockage liquide est nécessaire pour faire face aux problématiques de stockage de l’hydrogène sous haute pression (*dû à la différence de densité de l’hydrogène gazeux par rapport à l’hydrogène liquide*). Sous sa forme liquide, il est possible de transporter plus d’hydrogène, sa densité étant bien plus importante (*entre 5 et 8 fois plus importante suivant la pression du gaz appliquée*). Par ailleurs son stockage sous forme liquide est aussi plus économique. En conclusion, le déploiement de l’hydrogène dans le cadre de la transition énergétique opérée actuellement par les sociétés industrialisées suppose l’emploi d’infrastructures permettant de stabiliser l’hydrogène à l’état liquide lors des diverses opérations de stockage et de transfert.   |  | | --- | | Dans le cadre du projet HYCRYO (*équipements pour liquéfaction d’hydrogène et distribution d’hydrogène liquide*), il est convenu d’optimiser les performances des échangeurs thermiques en s’intéressant dans le cadre de la Tâche 3 aux fonctions catalytiques des oxydes de fer qui stabilisent l’état du spin nucléaire « ortho » de l’atome d’hydrogène. En effet, le dihydrogène peut adopter deux états de spin nucléaire différents, respectivement ortho et para[[1]](#footnote-1), qui doivent être maîtrisés lors de la liquéfaction. A température ambiante, l’hydrogène comprend 75 % d’ortho-hydrogène et 25 % de para-hydrogène, proportion qui dépend de la température. Sous forme liquide, l’hydrogène devient quasi-exclusivement (99,8 %) du para-hydrogène[[2]](#footnote-2). Le passage d’une orientation à l’autre est réversible et, lors de sa liquéfaction, l’ortho-hydrogène se conserve mais le liquide obtenu se transforme ensuite en para-hydrogène avec, pour conséquence, un dégagement de chaleur qui produit une évaporation importante. Pour contourner cet écueil, la conversion ortho/para-hydrogène est effectuée durant la liquéfaction grâce à un catalyseur approprié[[3]](#footnote-3). Par conséquent, les échangeurs doivent être fonctionnalisés par l’introduction de catalyseurs à base d’oxydes de fer. Ce travail est envisagé dans le cadre de Hycryo et sera réalisé dans le cadre d’un contrat post-doctoral de 9 mois. | |

## Contexte de travail

Le post-doctorat se déroulera au sein de l’Institut Jean Lamour et de la Halle des matériaux de l’EEIGM.

Il est intégralement financé par le contrat HYCRO pour une durée de 9 mois.

Des réunions et échanges réguliers entre les partenaires auront lieu, et des productions scientifiques sont envisagées.

Description et objectifs de la tâche

Le Post-doctorant étudiera et développera une solution permettant de revêtir d’un catalyseur la structure interne d’un échangeur à plaques et ondes en aluminium brasé. Le choix de la solution devra tenir compte des conditions de fonctionnement de ces équipements : température de service de - 253°C sous une pression pouvant varier de 10 à 30 bars.

Ce travail portera sur la recherche des moyens d’élaboration à mettre en œuvre pour disposer d’une poudre de catalyseur dont la distribution en taille aura été ajustée avant d’être incluse dans le revêtement déposé à la surface de la structure interne des équipements. Le revêtement réalisé devra permettre la parfaite adhésion des particules de catalyseurs. Aussi, il conviendra de faire un état des lieux des diverses technologies de dépôt répertoriées dans la littérature scientifique et d’identifier celle(s) qui permettra(ont) d’atteindre l’objectif visé, en gardant à l’esprit qu’elle(s) devra(ont) être transposable(s) à l’échelle industrielle.

Enfin, les solutions proposées devront présenter la meilleure résistance aux contraintes chimique et physique imposées par l’ambiance « d’hydrogène cryogénique » et de plus, assurer de façon optimale leur fonction catalytique.

## Compétences

Ce travail nécessite des compétences en génie des procédés, chimie du solide et en sciences des matériaux mise à profit pour le développement de « barbotines ». Un fort intérêt pour le travail expérimental est nécessaire. La curiosité, la rigueur, l’autonomie et le goût pour le travail méthodique en équipe sont des qualités qui seront fortement appréciées. La langue anglaise et/ou française doit être maîtrisée à l’écrit et à l’oral.

## 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. Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, ses domaines de recherche couvrent les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

L’IJL compte plus de 180 chercheurs et enseignants-chercheurs, 90 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 se trouve principalement sur le campus Artem à Nancy, lieu principal du déroulement de la thèse.

## Contraintes et risques

Le poste ouvert se situe dans un secteur relevant de la protection du potentiel scientifique et technique de la Nation et nécessite donc, conformément à la réglementation, que le recrutement soit autorisé par l’autorité compétente du ministère de l’enseignement supérieur, de la recherche et de l’innovation (MESRI).

## Modalités de candidature

Le dossier de candidature comprendra les éléments suivants :

* Curriculum Vitae.
* Lettre de motivation.
* Copie ou attestation du diplôme de Doctorat.
* Lettre(s) de recommandation.
* Copie de la carte d’identité ou passeport.

Les candidatures doivent être adressées par e-mail à :

M. Michel Vilasi, Professeur ([michel.vilasi@univ-lorraine.fr](mailto:michel.vilasi@univ-lorraine.fr)),

M. Léo Portebois, Docteur ([leo.portebois@univ-lorraine.fr](mailto:stephane.mathieu@univ-lorraine.fr))

1. Dans l’ortho-hydrogène, les spins des deux protons sont parallèles et de même sens tandis que dans le para-hydrogène les deux protons ont des spins antiparallèles [↑](#footnote-ref-1)
2. Stuart, S. (2013). *Liquid Hydrogen: Properties, Production and Applications* (Vol. 5). Elsevier. [↑](#footnote-ref-2)
3. Li, X., Hu, S., Jin, L., & Hu, H. (2008). Role of iron-based catalyst and hydrogen transfer in direct coal liquefaction. *Energy & fuels*, *22*(2), 1126-1129. [↑](#footnote-ref-3)