

OFFRE DE THÈSE

Transfert de charge électrostatique dans les écoulements d'hydrogène cryogénique

Type de contrat : Thèse (2024-2027)

Localisation : Verneuil-en-Halatte (60) à 40 mn au nord de Paris.

Accès : Une navette privée et gratuite assurant la liaison entre la gare de Creil et notre site est à votre disposition.

Télétravail : 100 jours par an

Contact : Mickael.Stouvenel@ineris.fr ; Mohamed.Boudalaa@ineris.fr ; Benjamin.Truchot@ineris.fr

CONTEXTE

L'Ineris (Institut national pour l'environnement industriel et des risques), qui compte environ 500 collaborateurs, est un organisme national de référence, sous tutelle du ministère chargé de l'environnement, dont la mission principale est de réaliser des études et des recherches permettant de prévenir les risques que les activités économiques font peser sur la sécurité des personnes et des biens.

Rejoindre l'Ineris c'est l'opportunité de mettre en œuvre et développer ses compétences dans le cadre des missions de recherches, d'appui et d'expertise pour le compte des pouvoirs publics et des industriels. L'Ineris dispose de 30 000 m² de laboratoires et halles d'essais avec des équipements multiples et à la pointe de la technologie.

Le développement actuel des usages de l'hydrogène dans de nombreux secteurs pour la décarbonation impose le développement et l'exploitation de nouveaux procédés. En particulier, les usages de type transport longue distance, route, rail et aviation, nécessitent, pour des contraintes de grande autonomie et de densification de l'énergie, de recourir à l'hydrogène sous forme cryogénique, liquide. De ce fait, de telles installations nécessitent de mettre en circulation de l'hydrogène cryogénique dans des canalisations, tant pour les phases de transfert, d'utilisation que de remplissage des réservoirs tout en conservant la maîtrise de la sécurité ATEX. La maîtrise de la sécurité implique, avec l'hydrogène, la prévention des sources d'inflammation et, notamment, les sources associées à la phénoménologie électrostatique.

OBJECTIFS DE LA THÈSE

Afin de contribuer à la maîtrise des risques électrostatiques pour les nouveaux usages de l'hydrogène, cette thèse vise à améliorer les connaissances des mécanismes physiques de génération des charges électrostatiques dans les écoulements en canalisation et en cas de rejet à l'atmosphère d'hydrogène cryogénique. En s'appuyant sur les travaux existants et, notamment ceux de Touchard [1] et Marcano [2], la thèse devra apporter des éléments de réponses aux questions suivantes :

- Le transfert de charge électrostatique lors de l'écoulement génère-t-il un risque d'inflammation en cas de fuite ?
- Existe-t-il des techniques de prévention permettant tout au moins de limiter la montée en charge électrostatique pour éviter les risques d'inflammation des ATEX hydrogène ?
- Les conditions d'écoulement en conduite peuvent-elles être adaptées pour limiter les mécanismes de génération de la charge électrostatique ?

Pour répondre à ces questions, il est proposé, au cours de la thèse, de construire une démarche expérimentale basée sur l'état de l'art dans le domaine, associée à une approche théorique.

En pratique, le travail s'organisera autour des points suivants :

- Veille bibliographique et état de l'art ;
- Développement du modèle théorique appliqué au transfert de charge électrostatique lors d'un écoulement de LN2 ;
- Conception d'un banc expérimental cryogénique pour des écoulements de LN2 ;
- Exploitation des résultats du banc LN2 et transposition du modèle théorique ;
- Développement du modèle théorique appliqué au transfert de charge électrostatique lors d'un écoulement de LH2 ;
- Conception d'un banc expérimental cryogénique adapté aux écoulements de LH2 ;
- Exploitation des résultats du banc LH2 ;
- Transposition d'un modèle théorique de transfert de charge électrostatique d'un écoulement de LH2 dans une conduite et lors de la dispersion en réservoir à l'état dynamique de suspension de fines gouttelettes et jet en fuite.

ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

La thèse sera conduite dans une collaboration entre l'Ineris et le laboratoire PPRIME, laboratoire de recherche rattaché à l'université de Poitiers.

L'Ineris est l'expert public, sous tutelle du ministère de l'environnement, avec, pour principale mission l'appui technique aux pouvoirs publics. Dans ce contexte, l'Ineris accompagne le développement de la transition énergétique par sa participation à l'élaboration des textes réglementaires visant à encadrer l'usage des nouveaux vecteurs énergétiques. L'Ineris participe également à de nombreux projets de recherche dans ce domaine et accompagne les industriels dans la réalisation d'une transition énergétique sûre.

L'Institut P' et plus spécifiquement l'équipe de recherche dans le domaine des fluides, de la thermique et de la combustion sera associée à l'encadrement de la thèse. Ce sont des activités de recherche originales et pluridisciplinaires à l'interface entre le Génie Électrique, la Mécanique des Fluides et la Thermique. Plus précisément, elle étudie les phénomènes électriques aux interfaces et leurs interactions avec les fluides. Ces phénomènes, appelés phénomènes 'électrofluidodynamiques' (EFD), peuvent se traduire par la mise en mouvement

d'un fluide par l'application d'un champ électrique, ou à l'inverse, par la génération et le déplacement de charges électriques du fait de l'écoulement d'un fluide. L'équipe est organisée autour de quatre axes thématiques traitants des phénomènes électrostatiques et électrodynamiques dans les gaz, les liquides et les solides divisés.

La thèse se déroulera de la manière suivante :

- Les 18 premiers mois au sein du laboratoire P' consacrés aux phases théorique et expérimentale en LN2 ;
- Les 18 derniers mois à l'Ineris consacrés à la deuxième phase expérimentale en LH2.

Au cours de ces deux phases, des réunions mensuelles seront organisées entre les deux équipes pour suivre et encadrer les travaux théoriques et expérimentaux.

PROFIL

Diplôme niveau master (Master ou Ingénieur) en Mécanique ou Energétique (Mécanique des fluides, calcul scientifique).

Bonnes compétences en communication orale et écrite (Français ou Anglais requis) pour pouvoir présenter en conférences et rédiger des publications scientifiques ;

DIVERS

Références

- [1] TOUCHARD, G., A physicochemical explanation for flow electrification in low-conductivity liquids in contact with a corroding wall, IEEE Trans Ind Appl, 32 (5) (1996).
- [2] MARCANO, L., PhD, Electrification par écoulement turbulent e liquides cryogéniques, soutenue le 30/09/1986.
- [3] CASSUTT, L. et al., Electrostatic hazards associated with the transfer and storage of liquid hydrogen, advances in cryogenic hydrogen vol 7, pp 327-335 (1961).

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Thèse en 3 ans, au laboratoire PPRIME, Poitiers, France et à l'INERIS, Verneuil en Halatte, France

Salaire : 2 105 € bruts par mois

Date de début de contrat : de préférence 1er octobre 2024

Financement : 100% Ineris

Contact : Direction des Ressources Humaines Ineris ?

Procédure de candidature :

Envoyer CV, lettre de motivation et notes de Master 1 et 2 ou de niveau ingénieur.

Les candidatures incomplètes ne seront pas examinées.

18 RTT en plus des 31 CP annuels

Horaires variables

Restaurant d'entreprise (ou titres restaurants pour les sites hors Verneuil)

Bornes de recharge électriques

Notre offre d'emploi est ouverte à tous, nous souhaitons intégrer nos nouveaux talents au sein d'un environnement de travail inclusif.