

OFFRE DE THESE EN INGENIERIE DES PLASMAS

Décontamination du lait de vache par plasma

Catégorie : A

Type d'emploi : Contrat Doctoral. Salaire fixé par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (environ 2300 € brut par mois sur 36 mois). Début du contrat : octobre 2026.

Financement : Université de Toulouse

Ecole doctorale : Génie Electrique, Electronique, Télécommunications et Santé (ED 323)

Poste ouvert par contrat de droit public à durée déterminée de 3 ans à temps complet.

Début du contrat : octobre 2026

Localisation du poste : Institut National Universitaire Champollion

_____ Laboratoire DPHE (Diagnostics des Plasmas Hors Equilibre)

_____ Place de Verdun, 81012 Albi

L'ETABLISSEMENT

L'INU Champollion est un EPSCP dont le siège est situé à Albi et qui opère ses missions d'enseignement supérieur et de recherche sur trois campus : Albi, Castres et Rodez. L'établissement est membre fondateur de la Communauté d'universités et établissements de Toulouse et établissement partenaire de l'Université de Toulouse. L'INU Champollion développe une offre de formation pluridisciplinaire qui se décline en 16 mentions de licence, 10 licences professionnelles, 7 masters et 1 formation d'ingénieurs. L'INU Champollion comprend 6 départements représentatifs de la pluridisciplinarité de l'établissement, dont un département d'ingénierie ISIS, et des structures de recherche organisées en unités de recherche et en groupes pluridisciplinaires qui regroupent une centaine d'acteurs de la recherche. Les activités de recherche sont réparties sur 4 axes scientifiques : Santé et environnements, Numérique et société, Organisations et mutations, Patrimoines et territoires.

L'UNITE DE RECHERCHE

L'unité Diagnostics des Plasmas Hors Equilibre (DPHE) est composée de 6 membres permanents, 4 enseignants-chercheurs et 2 ingénieurs de recherche (physicien des plasmas et une biologiste). La démarche scientifique de l'unité Diagnostics des Plasmas Hors Equilibre est basée sur une approche « système » et pluridisciplinaire des décharges dans les gaz. Le champ de recherche principal est centré sur les plasmas et leurs interactions, les diagnostics expérimentaux associés et l'optimisation de sources plasma au sein des applications concernées, en vue d'un transfert technologique. Les thématiques de recherches sont inscrites dans le domaine des procédés plasmas avec une orientation vers les interactions plasma-biologie et plasma-surface. L'équipe DPHE bénéficie d'un laboratoire d'une superficie de 400 m² environ sur le campus d'Albi. Ce laboratoire permet d'accueillir les chercheurs et les expérimentations en lien avec les plasmas. Sa particularité est de disposer d'un laboratoire de microbiologie de classe 2 pour tout ce qui concerne la contamination et la décontamination biologique dans les domaines de la santé et de l'agroalimentaire. Au sein de l'INU Champollion, l'unité s'inscrit naturellement dans l'axe « Santé et environnements ».

PROFIL DU POSTE (Contexte, description du projet et activités principales)

La contamination microbiologique représente un enjeu central pour l'industrie laitière en raison de la forte valeur nutritive des produits laitiers, qui en fait un milieu particulièrement favorable au développement de bactéries, levures et moisissures. Les sources de contamination sont multiples et interviennent à toutes les étapes de la chaîne. Dans ce contexte, la maîtrise de la contamination via des stratégies de décontamination efficaces et adaptées à chaque matrice telle que le lait est un impératif majeur pour l'industrie laitière moderne.

Pour les matrices alimentaires, les méthodes de décontamination diffèrent selon la nature du produit. La pasteurisation constitue la méthode de référence pour le lait. Le procédé HTST (High Temperature Short Time) consiste à chauffer le lait à 72 °C pendant au moins 15 secondes, ce qui élimine efficacement les pathogènes tout en préservant partiellement les qualités organoleptiques du lait. Pour une stérilisation plus poussée, le traitement UHT (Ultra High Temperature) expose le lait à des températures supérieures à 135 °C pendant 3-4 secondes. Ces traitements thermiques présentent néanmoins des inconvénients majeurs : dénaturation des protéines, perte d'arômes volatils, dégradation des vitamines thermosensibles (vitamine C, B12), réactions de Maillard entraînant un brunissement non enzymatique, et une modification du point de congélation.

Les limites des méthodes conventionnelles de décontamination ont conduit à un intérêt croissant pour des procédés non thermiques plus respectueux des matrices laitières et de l'environnement, tout en garantissant un haut niveau de sécurité microbiologique. Parmi ces technologies émergentes, les plasmas froids à pression atmosphérique apparaissent comme une alternative prometteuse aux traitements thermiques et chimiques, en permettant une inactivation microbienne efficace à basse température sans ajout direct de réactifs chimiques. Plusieurs travaux montrent que les plasmas froids peuvent être utilisés pour la décontamination du lait, ouvrant la voie à une approche intégrée de maîtrise de la contamination dans les ateliers laitiers.

Cette thèse a pour objectif d'évaluer le potentiel du plasma pour décontaminer le lait destiné à la production de produits laitiers (lait de transformation). Un lait artificiel standardisé servira d'abord de matrice modèle pour optimiser les paramètres de traitement (type de décharge, tension, gaz, temps d'exposition). Ces conditions optimales seront ensuite affinées puis validées sur du lait écrémé et du lait entier. Le défi est d'établir des conditions de traitement permettant une inactivation bactérienne sans modifier significativement les propriétés fonctionnelles, sensorielles et nutritionnelles du lait. Les travaux de thèse ont été décomposés en 3 lots.

L'objectif du **lot 1** est d'identifier la source plasma la plus adaptée au traitement du lait en se basant sur l'efficacité de décontamination des systèmes plasma testés et leur capacité à préserver les propriétés physico-chimiques du lait. Les caractérisations seront basées sur des diagnostics électriques et optiques (spectromètre, camera ICCD). Les tâches associées sont les suivantes : caractérisations expérimentales de prototypes plasma pour le traitement du lait ; estimation de la puissance consommée ; identification des espèces réactives produites en phase gazeuse ; visualisation de la dynamique de décharge plasma (homogénéité, stabilité) ; validation croisée efficacité microbiologique/qualité.

L'objectif du **lot 2** est de démontrer l'efficacité biocide du plasma sur le lait et de contribuer à la phase d'optimisation du lot 1. Les tâches associées sont les suivantes : formulation et validation du lait modèle (composition chimique, stabilité) ; préparation des inocula standardisés (pathogènes et flores d'altération) / Mise au point du protocole de traitement plasma sur lait modèle ; analyse des courbes d'inactivation pour chaque microorganisme testé sous forme planctonique et sessile dans un milieu de

référence et dans un lait modèle ; sélection des paramètres optimaux du plasma pour progression vers un lait réel.

L'objectif du **lot 3** est d'évaluer certains effets secondaires du traitement par plasma sur différents laits (modèle, écrémé, entier). Les analyses du lait traité par plasma permettront d'évaluer l'impact du traitement sur ses principales propriétés physico-chimiques : la température, le pH et la conductivité électrique. Ces mesures permettront de suivre certaines modifications potentielles liées à la formation de RONS dans le liquide et de corrélérer les paramètres plasma avec la préservation de la matrice laitière. Les tâches associées concernent l'évaluation des modifications physico-chimiques du lait et des propriétés fonctionnelles (fermentescibilité, capacité de coagulation).

Les retombées attendues de ces travaux de recherche sont les suivantes :

- Identification d'au moins une source plasma pour la décontamination du lait modèle, écrémé et entier
- Validation de l'efficacité de décontamination sur des pathogènes prioritaires sans altération significative des propriétés intrinsèques du lait
- Caractérisation des modifications induites sur les lipides, protéines et composés volatils du lait traité
- Définition d'une fenêtre opératoire optimale alliant efficacité de décontamination et préservation de la qualité nutritionnelle et organoleptique du lait

PARTENARIATS

La thèse s'inscrit dans une démarche résolument collaborative au sein d'un projet plus large qui réunit 2 unités de recherche ayant des expertises complémentaires en physique des plasmas, biologie et agroalimentaire : l'Unité de Recherche DPHE et l'Unité Matériaux et Transformations (UMET), unité mixte de recherche rattachée au CNRS et à l'Université de Lille. Cette dernière développe des recherches en science des matériaux, physico-chimie des interfaces et transformations des systèmes complexes. Enfin, ce projet est soutenu au niveau national par le Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL, <https://www.cniel.com/>).

COMPETENCES PROFESSIONNELLES

Nous recherchons un(e) doctorant(e) titulaire d'un Master 2 en physique des plasmas ou domaine connexe, avec des compétences en diagnostics électriques et optiques (spectroscopie, imagerie ICCD) pour la caractérisation et la compréhension des décharges électriques. Une sensibilité aux applications biologiques des plasmas et un intérêt pour l'interdisciplinarité constituent des atouts pour les futurs candidats. Un bon niveau d'anglais serait un plus.

CANDIDATURE

La candidature, composée d'un CV accompagné : i) lettre de motivation, ii) des lettres de recommandation (avec les coordonnées des personnes mentionnées), iii) relevé des notes de master est à adresser par mail à :

Ph. GUILLOT, philippe.guillot@univ-jfc.fr

Th. MAHO, thomas.maho@univ-jfc.fr

C. MUJA, cristina.muja@univ-jfc.fr