



## Ecole Doctorale - 104

Sciences de la Matière, du Rayonnement  
et de l'Environnement

**ETABLISSEMENT : Université de Lille**

**Laboratoire(s) de Rattachement :** UMET équipe PIHM

**Domaine scientifique, Spécialité :**

**DS10 | Biotechnologies agroalimentaires, sciences de l'aliment, physiologie**

**Direction de thèse :** Chihib Nour-Eddine, PR (U.Lille), [nour-eddine.chihib@univ-lille.fr](mailto:nour-eddine.chihib@univ-lille.fr)

**Co-encadrement (personnel non HDR) :** Dubois Thomas, CR (INRAE), [thomas.dubois@inrae.fr](mailto:thomas.dubois@inrae.fr)  
Bouvier Laurent, IE (INRAE), [laurent.bouvier@inrae.fr](mailto:laurent.bouvier@inrae.fr)

**Programme(s) de Rattachement :** CPER BiHauts Eco de France

**(Co)-financement(s) envisagé(s) :** Région Hauts de France / Université de Lille (en cours)

**Titre de la thèse : Modélisation de l'impact des conditions de transformation et d'hygiène des industries agroalimentaires sur les interactions des spores de *B. subtilis* avec les surfaces**

Ce projet vise à modéliser l'impact des conditions de transformation et d'hygiène (T&H) des industries agroalimentaires (IAA) sur les interactions des spores des bactéries du groupe *Bacillus subtilis* avec les surfaces. Ces spores, hautement résistantes aux procédés industriels, représentent une source de contamination majeure dans les chaînes de transformation alimentaire. Leur présence favorise l'altération des produits, entraînant un gaspillage accru des ressources telles que l'eau, l'énergie et les intrants, ainsi qu'une augmentation des émissions de gaz à effet de serre. L'objectif du projet est de mieux comprendre comment les procédés de T&H modifient les propriétés de surface des spores, influencent leur adhésion aux équipements et déterminent leur persistance sur les surfaces industrielles. Le projet repose sur trois axes complémentaires : (1) caractériser l'impact des procédés de T&H sur la structure et les propriétés physico-chimiques des spores ; (2) étudier expérimentalement les interactions spores-surfaces via un dispositif microfluidique permettant d'observer et quantifier les phénomènes d'adhésion et de décrochement en conditions contrôlées ; (3) développer des modèles prédictifs intégrant des approches d'intelligence artificielle et de mécanique des fluides numérique pour optimiser les stratégies de nettoyage et de désinfection. L'approche adoptée combine des techniques de microbiologie, biologie moléculaire, d'ingénierie et de modélisation numérique afin d'identifier les paramètres clés influençant la persistance des spores dans les environnements industriels. En fournissant des outils d'aide à la décision, cette recherche contribuera à réduire les pertes alimentaires, améliorer l'efficacité des protocoles d'hygiène et limiter l'impact environnemental des IAA. Elle s'inscrit dans une démarche plus large d'accompagnement de la transition écologique et numérique, en accord avec les objectifs de bioéconomie et de décarbonation de la région Hauts-de-France.

**Date de recrutement envisagée :** 01/10/2025

**Contact (adresse e-mail) :** [thomas.dubois@inrae.fr](mailto:thomas.dubois@inrae.fr)



## Ecole Doctorale - 104

Sciences de la Matière, du Rayonnement  
et de l'Environnement

**ESTABLISHMENT** : University of Lille

**Laboratory(ies) of affiliation** : UMR UMET, PIHM team

**Scientific field, Speciality**: **the speciality of the thesis must be one of those of the thesis (co)-director**

☐ **DS10 | Food Biotechnology, Food Science, Physiology**

**Thesis director**: Chihib Nour-Eddine, PR (U.Lille), [nour-eddine.chihib@univ-lille.fr](mailto:nour-eddine.chihib@univ-lille.fr)

**Co-supervisor (non HDR)**: Dubois Thomas, CR (INRAE), [thomas.dubois@inrae.fr](mailto:thomas.dubois@inrae.fr)

Bouvier Laurent, IE (INRAE), [laurent.bouvier@inrae.fr](mailto:laurent.bouvier@inrae.fr)

**Affiliate programme(s)**: CPER BiHauts Eco de France

**Planned (co)-funding** : Région Hauts de France / Université de Lille (in progress)

**Title of the thesis** : Modeling the impact of processing and hygiene conditions in the food industry on the Interactions of *Bacillus subtilis* spores with surfaces

This PhD project aims to model the impact of processing and hygiene (P&H) procedures in the agri-food industries on the interactions between spores of the *Bacillus subtilis* group and surfaces. These spores, highly resistant to industrial processes, represent a major source of contamination in food processing plants. Their presence promotes food spoilage, leading to increased waste of resources such as water, energy, and raw materials, as well as higher greenhouse gas emissions. The aim of the project is to gain a better understanding of how P&H procedures alter the surface properties of spores, influence their adhesion to equipment, and determine their persistence on industrial surfaces. The project is based on three complementary axes: (1) characterizing the impact of P&H procedures on the structure and physicochemical properties of spores; (2) experimentally studying spore-surface interactions using a microfluidic device to observe and quantify adhesion and detachment phenomena under controlled conditions; (3) developing predictive models integrating artificial intelligence and computational fluid mechanics approaches to optimize cleaning and disinfection strategies. The approach adopted combines microbiology, molecular biology, engineering, and numerical modeling techniques to identify the key parameters influencing spore persistence in industrial environments. By providing decision-making tools, this research will help to reduce food losses, improve the efficiency of hygiene procedures, and limit the environmental impact of food processing industries. It is part of a broader efforts to support ecological and digital transitions, in line with the bioeconomy and decarbonization goals of the Hauts-de-France region.

**Expected date of recruitment** : October 2025

**Contact (e-mail address)** : [thomas.dubois@inrae.fr](mailto:thomas.dubois@inrae.fr)

