

## Sujet de Stage Début : mars 2026

### Activation de l'eau par plasma : application à la croissance des champignons de Paris

#### Informations générales

**Lieu de travail :** Nancy, France (Institut Jean Lamour)

**Type de contrat :** stage en laboratoire

**Durée du contrat :** 5-6 mois

**Date prévue de démarrage du stage :** 01 mars 2026

**Niveau d'études souhaité :** master en physique des plasmas, master en chimie, master en biologie

**Rémunération :** tarif standard de gratification

#### Contexte

L'eau activée par plasma, communément désignée sous le terme de Plasma Activated Water (PAW), constitue aujourd'hui un objet d'étude émergent à l'interface entre la physique des plasmas, la chimie des milieux réactifs et les sciences du vivant. Elle résulte du traitement de l'eau par un plasma non thermique, généralement généré à pression atmosphérique, au cours duquel une grande diversité d'espèces réactives de l'oxygène et de l'azote est produite et transférée vers la phase liquide. Parmi ces espèces, le peroxyde d'hydrogène, les nitrites, les nitrates, ainsi que d'autres espèces transitoires jouent un rôle central dans les propriétés physicochimiques et biologiques de la PAW. Contrairement à une solution chimique conventionnelle, la PAW se caractérise par une composition dynamique, dépendante des conditions de génération du plasma, du gaz porteur, du temps d'exposition et de la matrice aqueuse initiale.

L'intérêt croissant pour la PAW repose sur son potentiel à induire des réponses biologiques significatives à faibles concentrations de composés réactifs, sans recours à des additifs chimiques persistants. Dans le domaine agricole, de nombreuses études ont mis en évidence des effets bénéfiques de la PAW sur la germination, la croissance végétative et la résistance aux agents pathogènes. Ces effets sont souvent attribués à une stimulation modérée des voies de signalisation redox, capables d'activer des mécanismes adaptatifs chez les organismes vivants. Toutefois, la frontière entre stimulation physiologique et stress oxydant demeure ténue, ce qui rend indispensable une compréhension fine des mécanismes impliqués.

Dans ce contexte, l'application de la PAW à la culture des champignons représente un champ de recherche particulièrement prometteur, mais encore largement inexploré. Cependant, l'application de cette technologie aux champignons comestibles reste largement inexplorée, et de nombreuses questions restent en suspens :

1. Effet sur la germination et le mycélium : PAW peut-elle accélérer la germination des spores et favoriser le développement homogène du mycélium, éléments clés pour une production efficace de champignons ?
2. Variabilité selon les espèces et les paramètres du plasma : les effets de PAW peuvent-ils varier selon l'espèce de champignon, la nature ou la concentration en espèces réactives ?

3. Mécanismes biologiques sous-jacents : quelles interactions biochimiques et physiologiques expliquent l'éventuelle stimulation de croissance ? PAW pourrait-elle agir comme un activateur métabolique ou comme un modulateur de l'absorption des nutriments ?
4. Applicabilité et limites pratiques : l'utilisation de PAW est-elle compatible avec les pratiques actuelles de culture commerciale ? Quels sont les risques éventuels de surdosage ou d'effet inhibiteur si la concentration en espèces réactives est trop élevée ?

### **Objectifs et méthodologie**

Dans le cadre d'un projet de recherche collaboratif entre la société SERMATEC et l'Institut Jean Lamour, et sur la base de l'expertise de l'équipe *Plasmas - Procédés - Surfaces* en matière de plasma à pression atmosphérique et de production d'eau activée par plasma, nous proposons d'étudier l'impact de l'eau activée par plasma sur la croissance des champignons. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'impact de l'eau activée par plasma sur la croissance des champignons de Paris et de déterminer les conditions plasma d'activation optimales pour son utilisation. L'étude s'articule autour de plusieurs axes complémentaires.

- a) Caractéristiques de l'eau activée en fonction des paramètres de la source plasma tels que l'amplitude, la fréquence et la durée des impulsions de tension ou encore le débit du gaz porteur (N<sub>2</sub>). Des méthodes d'absorption optique seront mises en œuvre pour identifier et quantifier les espèces réactives produites d'azote et d'oxygène (RONS) telles que nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), etc. en fonction des paramètres d'amorçage du plasma. Les propriétés physiques de l'eau activée (pH, ORP, conductivité) seront également analysées. Une attention particulière sera également portée à l'effet de la nature initiale de l'eau traitée (naturelle, désionisée, distillée) sur son activation.
- b) Évaluation de l'efficacité de l'eau activée. Il s'agira d'étudier l'influence de l'eau activée sur la germination des spores et le développement du mycélium, et de comprendre le rôle potentiel des espèces RONS dans la stimulation de la croissance des champignons de Paris. Pour cela, des cultures de champignons à petite échelle seront régulièrement humidifiées, soit par arrosage, soit par brumisation et le développement des champignons sera quantifié dans le temps.
- c) Comparaison avec des solutions témoins. Afin de déterminer l'effet spécifique de PAW, des essais comparatifs de croissance seront réalisés avec de l'eau activée par plasma et avec des solutions témoins d'eau non traitée. Ces comparaisons permettront de quantifier l'amélioration potentielle de la croissance et du rendement des champignons grâce à l'eau activée, et de distinguer les effets liés aux conditions de traitement de l'eau des variations naturelles du développement des champignons.
- d) Analyse statistique et standardisation des protocoles : les données obtenues feront l'objet d'une analyse statistique pour évaluer l'importance des effets observés et identifier les paramètres les plus influents sur la croissance des champignons.

### **Compétences**

Ce travail nécessite des compétences en physique des plasmas et interactions plasma-matière. Des compétences en chimie et/ou en biologie seraient souhaitables. 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 indispensables. La langue anglaise et/ou française doit être maîtrisée à l'écrit et à l'oral.

### **Contexte de travail**

L'étudiant(e) en master travaillera au sein de l'équipe *Plasmas - Procédés - Surfaces (PPS)* de l'Institut Jean Lamour (IJL), sur le campus ARTEM à Nancy. Son séjour sera entièrement financé par une bourse ministérielle pour une durée de 5 à 6 mois. Des séjours dans des laboratoires partenaires externes sont possibles, sous réserve de financement.

## À 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, il couvre les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

En 2025, l'IJL compte 259 permanents (34 chercheurs, 133 enseignants-chercheurs, 92 IT-BIATSS) et 374 non-permanents (136 doctorants, 48 post-doctorants / chercheurs contractuels et plus de 190 stagiaires), d'une soixantaine de nationalités différentes. Il collabore avec plus de 150 partenaires industriels et ses collaborations académiques se déploient dans une trentaine de pays. Son parc instrumental exceptionnel est réparti sur 4 sites dont le principal est situé sur le campus ARTEM à Nancy.

## 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 MESRI.

## Modalités de candidature

Le dossier de candidature comprendra les éléments suivants :

- Curriculum Vitae.
- Lettre de motivation.
- Notes et classement du master (M1 et M2 si possible).
- Copie de la carte d'identité ou passeport.

Tout dossier incomplet ou reçu au-delà du 20/02/2026 sera déclaré irrecevable

Les candidatures doivent être adressées par e-mail à

- Dr. Gerard Henrion: [gerard.henrion@univ-lorraine.fr](mailto:gerard.henrion@univ-lorraine.fr)
- Dr. Nguyen Truong Son: [truong-son.nguyen@univ-lorraine.fr](mailto:truong-son.nguyen@univ-lorraine.fr)