

## Offre de contrat pour un CDD doctorant

Début : à partir de octobre 2024

### Valorisation des cendres de biomasse dans le ciment : influence sur la minéralogie et la microstructure du clinker et des hydrates

#### Informations générales

**Lieu de travail :** Nancy

**Type de contrat :** Contrat Doctoral

**Durée du contrat :** 36 mois

**Date d'embauche prévue :** Octobre 2024

**Quotité de travail :** Temps complet

**Rémunération :** 2100 euros/mois

**Niveau d'études souhaité :** Master 2 Sciences des matériaux, Master 2 Chimie du solide, Master 2 Chimie Durable et Environnement, Master 2 Génie civil

#### Missions / Activités

Au niveau mondial, la production du ciment utilise des milliards de tonnes de matières premières (calcaire, argile, bauxite, marne) par an et génère lors de leur calcination près de 6% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>. Le clinker obtenu à 1450°C est ensuite finement broyé avec un régulateur de prise permettant la production d'un ciment ayant une hydratation contrôlée lors de la gâchée du béton. Avec le développement de l'économie circulaire, la valorisation de déchets ou co-produits est couramment utilisée en cimenteries pour remplacer :

- les matières premières du cru cimentier par des sables de fonderie, des terres polluées, des laitiers d'aciérie...
- le clinker par des additions comme les laitiers de hauts fourneaux, les cendres volantes (combustion du charbon) ou les argiles calcinées.

En revanche, la recherche de nouveaux déchets ou co-produits est nécessaire car les quantités localement disponibles de ces ressources secondaires sont parfois limitées alors que le besoin de réduire l'impact environnemental du ciment augmente.

Parmi les déchets utilisables, les cendres de biomasse seraient une ressource intéressante à étudier davantage. En effet, ces dernières décennies, en France comme en Europe, la production de chaleur ou d'électricité par combustion du charbon décroît alors que celle par calcination de biomasse augmente fortement. Ces cendres sont une matière minérale contenant des éléments fertilisants pour les plantes (principalement potasse, magnésium et chaux) et sont à 70% utilisées en agriculture pour l'amendement. En revanche, la composition des cendres est très variable selon les installations (cendres mixtes, sous

foyers, etc.) et la présence d'éléments-traces métalliques (Zinc, Cuivre, Chrome ou Plomb) ne permet pas l'épandage de certaines ressources qui sont alors enfouies.

L'incorporation de cendres de biomasse dans le cru cimentier (i.e. substitution du calcaire et de l'argile) est peu explorée dans la littérature scientifique. Pourtant, certaines cendres sont une source importante de calcium non carbonaté et de silicium qui peuvent substituer les matières premières du cru. En réduisant ainsi la proportion de calcaire dans le cru (i.e. limitation de la décarbonatation), une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> serait alors possible. Les éléments-traces métalliques, le phosphore et le magnésium contenus dans les cendres de biomasse sont cependant connus pour potentiellement modifier la composition et la microstructure du clinker et des phases formées lors de l'hydratation du ciment.

Pour une utilisation en addition (i.e. substitution du clinker), il existe déjà une littérature relativement approfondie sur l'intérêt technique et environnemental de ces cendres dans les matériaux à base de ciment montrant que leur activité pouzzolanique est intéressante à un degré variable en fonction de leur taux d'incorporation et de leur nature. En effet, une forte proportion de certaines cendres induit la présence d'alcalis, de soufre ou de métaux qui ont un effet négatif sur la prise, la rhéologie la résistance et à plus long terme la durabilité.

L'originalité de la thèse est qu'elle étudiera donc à la fois la substitution dans le cru et du clinker permettant ainsi d'adapter la voie de valorisation aux propriétés des cendres. Elle permettra de quantifier l'influence de ces cendres et éléments traces (nature, taux, cinétique) sur la minéralogie (variété cristallographique et proportions des différentes phases) du clinker et de connaître le devenir des éléments métalliques lors de l'hydratation. A ce sujet, le doctorant aura pour objectif la mise au point d'un protocole de suivi en continu de l'hydratation de pâtes et suspensions contenant des cendres et du ciment par mesure du pH, du potentiel redox et de la conductivité. Cette technique de suivi, actuellement non utilisée par notre équipe, permettra une discussion et une modélisation des équilibres chimiques en solution lors de l'utilisation des cendres.

**Mots clés** : ciment bas carbone, recyclage, synthèse, réactivité, hydratation

### Contexte de travail

Le doctorant travaillera au sein de l'équipe « Matériaux pour le Génie Civil » sous la responsabilité du Dr. Romain Trauchessec et du Pr. Cécile Diliberto. L'équipe d'accueil est située à l'IUT de Nancy Brabois localisé à Villers-lès-Nancy, à moins de 3 km du campus Artem. Elle mettra à disposition tous les équipements nécessaires au travail du/de la candidat/e, les équipements de pointe (DRX, MEB, MET) étant disponibles sur le campus Artem.

### Profil du doctorant

Le candidat recherché aura les compétences en science des matériaux : bonne connaissance des techniques de caractérisation physico-chimiques (DRX, ATG, MEB, etc.) notamment des matériaux du Génie Civil (mortier, béton...) ainsi que leurs comportements mécaniques. Il sera titulaire d'un master 2 en sciences des matériaux, chimie ou en génie civil.

### Contraintes et risques

Le poste sur lequel vous candidatez se situe dans un secteur relevant de la protection du potentiel scientifique et technique et nécessite donc, conformément à la réglementation, que votre arrivée soit autorisée par l'autorité compétente du MESR.

### 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. Il est rattaché à l'Institut de Chimie du CNRS. Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, il couvre les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

L'IJL compte 263 permanents (30 chercheurs, 134 enseignants-chercheurs, 99 IT-BIATSS) et 394 non-permanents (182 doctorants, 62 post-doctorants / chercheurs contractuels et plus de 150 stagiaires), de 45 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.

### Modalités de candidature

Les candidat-e-s sont invités à adresser CV, lettre de motivation et relevés de notes de Master 1 et Master 2 par mail avant le 25 février 2024 à :

[cecile.diliberto@univ-lorraine.fr](mailto:cecile.diliberto@univ-lorraine.fr)

[romain.trauchessec@univ-lorraine.fr](mailto:romain.trauchessec@univ-lorraine.fr)