



*Le CO<sub>2</sub> moteur de la décarbonation*

Cixten SAS recherche :

## **Doctorant(e) en modélisation d'écoulement CO<sub>2</sub> supercritique et de transferts thermiques appliquée à une structure de machine thermique innovante (H/F)**

Sujet proposé dans le cadre d'une thèse CIFRE en partenariat avec le Laboratoire de Mécanique, Modélisation & Procédés Propres situé à Marseille et Aix-en-Provence (M2P2)

Rejoignez une start-up dynamique greentech à fort potentiel de développement !

### La société

**Cixten développe une machine thermique modulaire valorisant la chaleur fatale dès 60°C en sources d'énergie (électricité, gaz comprimé), exploitant un cycle au CO<sub>2</sub> supercritique.**

Start-up greentech et deeptech implantée dans la région Grand Est (Alsace-Lorraine), nous travaillons sur un dispositif industriel innovant, sous forme de machine thermique à apport de chaleur externe, permettant de recycler la chaleur industrielle perdue (dite chaleur fatale) entre 60°C et 120°C en d'autres vecteurs énergétiques utiles. Notre technologie de rupture s'appuie sur 2 brevets PCT permettant de dépasser les limites des technologies actuelles en termes de rendement et de modularité.

En France, le rejet annuel de près de 110TWh de chaleur par l'industrie est un véritable gaspillage énergétique. La valorisation de ces effluents thermiques constitue ainsi un enjeu central des pouvoirs publics dans le cadre de la transition énergétique et de l'atteinte des objectifs climatiques. Les mesures d'efficacité énergétique sont considérées comme un moyen de parvenir à un approvisionnement durable en énergie, de réduire les émissions de gaz à effet de serre mais aussi de favoriser la compétitivité des entreprises.

Cixten envisage une commercialisation de sa solution à l'horizon 2025 et ambitionne de devenir un leader sur les marchés de l'énergie propre. L'équipe fondatrice de 3 personnes apporte un engagement fort de ses compétences pour mettre l'innovation au service de l'environnement et insuffler une nouvelle vision du recyclage énergétique au secteur industriel. Le prévisionnel de recrutement inclut 8 personnes à minima dans les 2 prochaines années. Le projet est soutenu par la Région Grand Est et BPI France.

## Le laboratoire

**Le Laboratoire de Mécanique, Modélisation & Procédés Propres (M2P2), est une Unité Mixte de Recherche rattachée à l'Université Aix-Marseille, à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes du CNRS (INSIS) et à Centrale Marseille.**

Le laboratoire possède une position originale avec une recherche couvrant les domaines de la Mécanique des Fluides Numérique et du Génie des Procédés. Cette activité est menée au sein de six équipes localisées sur le Technopôle de Château-Gombert à Marseille et l'Europôle de l'Arbois à Aix en Provence. Le laboratoire est également membre du consortium ProLB et co-proprétaire du code de simulation numérique du même nom. Le laboratoire possède une expertise forte dans le domaine de l'énergétique pour le dimensionnement d'échangeurs et l'architecture des cycles thermodynamiques.

## Description générale du sujet

- **Contexte :**

L'emploi de fluide supercritique apporte des avantages sans précédent dans l'augmentation de la puissance volumique de telles machines (amélioration d'un facteur 100 par rapport aux moteurs dits à air chaud type Stirling ou Ericsson). Ces atouts exceptionnels rendent ces fluides très attractifs dans le domaine de l'énergie et font aujourd'hui l'objet de multiples études afin de permettre une utilisation optimale de ses caractéristiques très spécifiques.

Des études de transfert de chaleur convectif au CO<sub>2</sub> supercritique ont été trouvées dans la littérature, mais uniquement avec des géométries simples et des conditions opératoires qui ne correspondent pas à l'utilisation de la chaleur fatale. La solution modulaire développée par Cixten relie des récupérateurs de chaleur complexes à différents composants dont certains en mouvement, ce qui rend la simulation et l'optimisation du fonctionnement de la machine très complexes.

- **Mission confiée :**

L'objectif de la thèse est de créer un modèle de simulation numérique de référence pour le fluide supercritique afin de maximiser les échanges thermiques, en tenant compte des spécificités de notre architecture brevetée. A l'aide de ce modèle, il conviendra de déterminer les géométries et durées de cycles optimales des composants de la machine. La réalisation de modèle 3D sera soutenue par l'équipe R&D.

Le développement de ce modèle de simulation nécessitera une phase initiale de recherche afin de caractériser et d'optimiser les points de fonctionnement de l'architecture et des performances du cycle thermodynamique. La recherche fondamentale sera appuyée par des essais qualitatifs permettant de tester la viabilité de la modélisation selon les conditions aux limites choisies. La thèse intégrera une participation à ces essais, sans inclure la maîtrise d'œuvre qui restera à la charge de l'équipe Cixten.

Des modèles innovants seront développés pour la simulation numérique de l'architecture envisagée. Les développements se feront dans le cadre du logiciel ProLB, logiciel de simulation numérique utilisant l'approche Lattice-Boltzmann. En particulier, un travail important sera à réaliser sur les modèles d'échanges thermiques, les équations d'état pour fluides supercritiques, ou encore la modélisation des composants en mouvement.

### Profil souhaité

---

- ✓ Qualifications requises : BAC+5 en physique / mécanique avec de solides compétences en mécanique des fluides, thermodynamique et/ou méthodes numériques.
- ✓ Maîtrise / Connaissances de logiciels de simulation de dynamique des fluides
- ✓ Personne motivée avec une forte capacité d'adaptation et de travail en équipe
- ✓ Engagement personnel à contribuer à la transition énergétique
- ✓ Capacité à travailler en anglais (lu, écrit, parlé).

### Notre offre

---

- Contrat CDD doctoral plein temps d'une durée de 36 mois
- Rémunération : 2 200€ brut mensuel
- Lieu de travail : longues périodes partagées entre Strasbourg (~30%) et le laboratoire M2P2 (~70%)
- Possibilité de travail partiellement en home office
- Intégration d'une équipe dynamique
- Possibilité de CDI à l'issue de la thèse dans une entreprise jeune à fort potentiel de développement

### Envie de postuler ?

---

**Envoyer CV, lettre de motivation, recommandation et transcrits à :**

 [pierre-yves.berthelemy@cixten.fr](mailto:pierre-yves.berthelemy@cixten.fr)

 [pierre.boivin@univ-amu.fr](mailto:pierre.boivin@univ-amu.fr)