

# Proposition de doctorat

## Energetique / thermodynamique des fluides



### ■ Présentation générale

**Thèmes :** Energétique / thermodynamique des fluides.

**Titre :** **Utilisation de l'approche *product-design* pour la sélection de fluides de travail optimaux pour cycles moteur et cycles de réfrigération**

**Source de financement :** Bourse du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Possibilité de compléter le salaire par des enseignements.

**Salaire de base :** 1800 € / mois (brut).

**Dates :** Octobre 2017 - septembre 2020.

**Lieu :** Équipe ThermE (Thermodynamique et Energie),  
du LRGP (Réactions et Génie des Procédés) – Université de Lorraine, Nancy, France.

**Directeur de thèse :** Jean-Noël Jaubert, professeur.

Responsable de l'équipe ThermE, co-responsable du groupe de de travail *thermodynamique des procédés* de la SFGP (*Société Française de Génie des Procédés*), délégué français de la *working party* de l'EFCE (*European Federation of Chemical Engineers*).

✉ [jean-noel.jaubert@univ-lorraine.fr](mailto:jean-noel.jaubert@univ-lorraine.fr)

☎ (+33)3.83.17.50.81

### ■ Qualités du candidat idéal

- Connaissances de base en énergétique, thermodynamique et mathématiques (méthodes numériques)
- Motivation pour la résolution de problèmes scientifiques
- Connaissance d'un langage de programmation (idéalement ForTran)
- Capacité à communiquer en français et en anglais

## ■ Description du sujet de thèse

**Contextes européen et mondial :** les réglementations européennes et mondiales sur les gaz à effet de serre ne cessent d'évoluer dans un sens plus restrictif. Ainsi la très récente révision de la "F-gas régulation" en application depuis janvier 2015 prévoit la suppression progressive de tous les fluides présentant un potentiel de réchauffement global (PRG) supérieur à 2500 en 2020 et supérieur à 150 en 2022. Au niveau mondial, les tendances sont les mêmes avec notamment l'accord de Kigali signé très récemment (14 octobre 2016). Cette nécessité de réduire les substances nocives pour l'environnement émises par les procédés de conversion d'énergie urbains et industriels conduit les ingénieurs à repenser la conception des cycles thermodynamiques mis en œuvre dans ces procédés comme par exemple ceux de Brayton, Hirn, ou Rankine et à rechercher des fluides de travail performants et respectueux de l'environnement.

**L'objectif principal de la thèse est de développer une méthodologie de recherche d'un fluide de travail optimal (respectant les normes environnementales actuelles et énergétiquement performant) pour un cycle donné.**

Alors que ces fluides de travail étaient jadis essentiellement constitués de corps purs, nous pensons que l'utilisation de mélanges binaires contenant essentiellement des substances dites "naturelles" dont le PRG est significativement inférieur au seuil imposé par la réglementation actuelle peut permettre à la fois une amélioration significative des performances énergétiques des cycles mais également une diminution de leur nocivité environnementale et de leur dangerosité pour la santé humaine ou animale.

**Méthode :** les procédures de développement de mélanges de travail performants pour cycles thermodynamiques suivent actuellement des méthodologies essentiellement empiriques, reposant principalement sur l'expérience et l'intuition des concepteurs de ces machines. Se posant comme une alternative très prometteuse à ces procédures, **l'approche méthodologique de type *product-design* a pour but de déterminer la formulation optimale d'un produit dont les propriétés d'usage attendues sont connues et bien spécifiées.** Par formulation, il est entendu ici : nature des constituants et composition. Pour déterminer cette formulation optimale d'un mélange de travail pour cycle, l'approche *product-design* nécessite la résolution d'un problème d'optimisation inverse définissant une fonction objectif regroupant l'ensemble des spécifications attendues du mélange (objectifs énergétiques et environnementaux, toxicité, odeur, etc.). Nous proposons de développer une méthodologie générale pour la recherche de la formulation optimale d'un mélange de travail pour machine puis de l'appliquer à quelques cycles de référence, principalement des cycles de Brayton et de Rankine.

Par ailleurs, en collaboration avec l'école polytechnique de Milan, des expériences sur des équipements reproduisant un cycle moteur seront effectuées afin de valider les résultats issus des calculs numériques.