

Présentation du sujet

**Optimisation énergétique d'un groupe frigorifique au CO<sub>2</sub> transcritique**

EDF / R&D / Département TREE / Groupe: E37 / 77 Moret sur Loing

CETHIL (INSA Lyon) UMR 5008 Thème EHTIS / 69 Villeurbanne

CNAM LAFSET / 75 Paris

**Contexte**

L'industrie et la grande distribution sont contraintes réglementairement et technologiquement, depuis 20 ans, dans leurs choix de fluides frigorigènes dont les critères sont :

- Environnementaux : Ozone (Montréal) et effet de serre (F-gaz)
- Énergétiques : efficacité énergétiques des procédés et utilités industriels
- Sécuritaires : fluides dangereux, pression de condensation
- Technologiques : disponibilité des machines
- Liés au marché : disponibilité des fluides de type HFO

Le fluide idéal pourrait réunir les caractéristiques suivantes : ODP=0, GWP=0, A1, plage de températures à l'évaporateur [-40 ; +10°C], performances équivalentes à celles des HFC, machines disponibles sur toute gamme de puissance.

Le CO<sub>2</sub> connaît un développement croissant depuis environ 20 ans. D'abord développé et utilisé en froid négatif en cycles sous-critiques, avec développement de compresseurs spécifiques, il peut maintenant être utilisé en transcritique dans des régions chaudes telles que le sud de la France ou le nord de l'Espagne et de l'Italie avec des performances de moins en moins dégradées. Malgré cela, plusieurs points sont encore à améliorer :

- La filière aurait besoin de solutions techniques ou « systèmes » (via les architectures) pour diffuser plus largement et avec une meilleure rentabilité économique les installations au CO<sub>2</sub>.
- Les performances des installations aux points de fonctionnement transcritique, en particulier aux températures d'air élevées, doivent être augmentées.

Afin de résoudre ces difficultés, nous proposons de travailler sur le développement de connaissances des architectures des installations au CO<sub>2</sub> transcritique. En effet, des recherches sont en cours sur l'utilisation d'éjecteurs (gaz et/ou liquides) et d'échangeurs en divers lieux du circuit dans le but d'améliorer les performances des installations. Il est nécessaire d'identifier et caractériser les architectures les plus performantes afin de transmettre cette connaissance aux installateurs frigoristes, en priorité à ceux du groupe EDF.

**Objectifs de la thèse**

EDF va s'équiper d'une boucle d'essais au CO<sub>2</sub>, comprenant principalement 2 étages de compression, un compresseur parallèle, un éjecteur, des meubles frigorifiques de vente et un refroidisseur gaz (gas cooler) à eau. La puissance frigorifique pourra varier de 10 à 40 kW environ. Cette boucle sera conçue de manière à pouvoir moduler les configurations de son architecture : utilisation ou non du compresseur parallèle, de l'éjecteur, ajout d'éjecteurs...

Dans un premier temps, le doctorant participera à la mise en service de cette boucle d'essais (raccordements, instrumentation, régulation...). Il effectuera les essais de calibration et de performances sur des configurations d'architectures simples et modélisera ces conditions de fonctionnement.

Dans un second temps, le doctorant proposera d'autres configurations de l'architecture, qui permettraient d'augmenter les performances de la boucle d'essais. Ces configurations seront testées : modification de la boucle, tests de performances, modélisations.

Enfin, le doctorant étudiera la possibilité de remplacer le CO<sub>2</sub> par des mélanges CO<sub>2</sub> + hydrocarbures. En s'appuyant sur les travaux réalisés par le CNAM, le doctorant identifiera les mélanges pertinents, les testera sur la boucle d'essais, si possible dans plusieurs configurations d'architectures et, si possible, établira les modèles correspondants.

La thèse doit permettre d'aboutir aux objectifs suivants :

- Identifier, modéliser, mettre œuvre et caractériser des architectures d'installations au CO<sub>2</sub> transcritiques à hautes performances énergétiques
- Etudier le potentiel de l'utilisation de mélanges CO<sub>2</sub> + hydrocarbures sur une installation conçue pour du CO<sub>2</sub> transcritique : caractérisation des mélanges, modèles et mesures de faisabilité et des performances énergétiques
- Développer le savoir-faire technique de conception, de réglage et de pilotage d'une installation frigorifique au CO<sub>2</sub> transcritique

### **Encadrants**

**CETHIL** : Rémi Revellin, Professeur

Benoit Michel, Maître de conférences

**CNAM** : Pascal Tobaly, Professeur

**EDF** : Bénédicte Ballot-Miguet, Ingénieure Chercheuse Experte en Froid Industriel et Commercial

Olivier Pateau, Ingénieur Chercheur en Froid Industriel et Commercial

### **Laboratoires d'accueil**

La boucle d'essais se trouvera dans les laboratoires d'EDF, 77 Moret sur Loing. Le doctorant passera environ 60% de son temps à EDF, 30% au CETHIL, 69 Villeurbanne et 10% au CNAM, 75 Paris. Les temps de présence dans les laboratoires du CETHIL et du CNAM permettront le travail avec les encadrants de ces laboratoires, mais aussi les échanges avec d'autres doctorants.

### **Profil du candidat**

Diplômé d'une école d'ingénieur ou détenteur d'un Master 2, le candidat devra avoir avec de solides connaissances en thermodynamique, transfert de chaleur, mécanique des fluides, échangeurs thermiques et aimer le travail manuel. Une première expérience en recherche (stage) serait un plus.

### **Contact**

[benedicte.ballot-miguet@edf.fr](mailto:benedicte.ballot-miguet@edf.fr)

01 60 73 78 29

07 63 42 68 27