

# **Intensification des échanges thermiques par utilisation des sprays : Application aux systèmes frigorifiques**

## Laboratoire d'accueil

LGP2ES (EA21) sur le site du Cnam (Paris) et du Cemagref (Anthony)

## Encadrement

Cemagref : A. Delahaye, L. Fournaison (dir.), F. Trinquet

Cnam : M. Clause, C. Toubanc

## Sujet

Plusieurs études menées au CNAM et au Cemagref ont mis en évidence l'augmentation de l'efficacité énergétique d'une machine frigorifique par refroidissement des vapeurs de réfrigérant lors de la compression par injection d'un spray d'huile, ou par brumisation de l'air en amont des condenseurs. D'autre part, pour les applications de distribution ou de stockage de froid mettant en jeu les hydrates, la maîtrise de l'injection du gaz peut permettre d'améliorer l'efficacité de la technologie. Aussi, l'utilisation des sprays appliqués au génie frigorifique apparaît comme une thématique commune aux deux composantes "froid" de l'EA21.

Ces études ont montré que la maîtrise de l'injection dans la phase continue de la phase dispersée (tailles et distribution de gouttes/bulles, débits, angle d'éjection,...) influait grandement sur les performances énergétiques des procédés. Par ailleurs, il a été constaté que peu d'études avaient été menées sur les couples (phase dispersée, phase continue) et les conditions opératoires spécifiques au génie frigorifique.

Le sujet se propose donc de répondre à ce manque en regardant à la fois des aspects fondamentaux tout en prenant en compte les contraintes liées aux applications énergétiques : conditions opératoires, gain énergétique final, etc. Pour ce faire, l'étude s'articulera autour des tâches suivantes :

- Étude bibliographique. Elle permettra de compléter l'état de l'art sur le comportement de l'injection selon les propriétés des milieux et les applications visées.
- Caractérisation expérimentale. L'influence sur la génération de spray de différents paramètres opératoires (type d'injecteur, pressions, débit) sera étudiée. Dans ce but, le dispositif expérimental contenant une cellule pressurisée (200 bar) du CNAM sera utilisé pour les différents couples (CO<sub>2</sub>/huile, eau/air, eau/CO<sub>2</sub>). Un granulomètre à diffraction Laser (en cours d'acquisition au Cemagref) permettra d'obtenir la distribution en taille de gouttes/bulles. Les résultats seront confrontés aux corrélations de la littérature. Pour les milieux non étudiés dans la littérature, une adaptation des modèles empiriques sera proposée.
- Extension des modèles aux applications. Cette tâche sera menée sur les différents dispositifs expérimentaux du Cemagref (brumisation des condenseurs à air, réacteurs de formation d'hydrates) pour prendre en compte les conditions réelles de fonctionnement (écoulement de la phase continue, variation de la température...).
- Analyse énergétique. Les corrélations issues des étapes précédentes seront intégrées à la modélisation globale de chaque dispositif afin de quantifier le gain énergétique potentiel apporté par l'emploi de ces technologies d'injections.