

# Évaporation d'eau sous faible pression : de l'étude expérimentale des phénomènes fondamentaux vers la conception d'évaporateurs efficaces pour une climatisation à faible impact environnemental.

## Localisation :

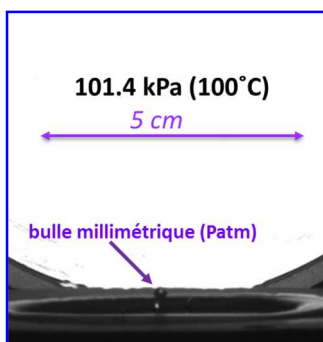
CETHIL (Centre d'Énergétique et de Thermique de Lyon), Villeurbanne (69), France

**Mots clés :** Evaporation, basse pression, eau

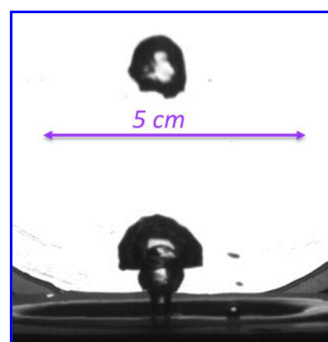
## Sujet de thèse :

Les systèmes à sorption apparaissent comme une **alternative prometteuse** pour répondre aux nouvelles **contraintes environnementales liées aux systèmes de rafraîchissement d'air**. Pour des applications de climatisation, le fluide frigorigène classiquement utilisé est l'eau (absorption : eau/bromure de lithium, adsorption : eau/silica gel). Dans ces applications, la température de l'eau **dans l'évaporateur** est d'environ 10 °C et la pression de saturation d'environ 10 mbar (1 kPa). **La conception et le dimensionnement de cet échangeur restent encore actuellement trop empiriques.**

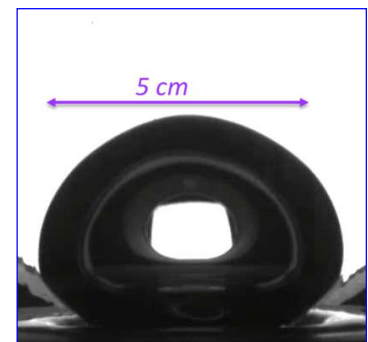
Depuis plusieurs années, le laboratoire du CETHIL étudie les phénomènes fondamentaux de **l'ébullition de l'eau à basse pression**. En raison de la diminution de la pression du fluide et des variations de ces propriétés thermophysiques, il a été notamment observé que **le diamètre de détachement des bulles augmente fortement** et que les **bulles peuvent adopter des formes peu conventionnelles** (cf. galerie de photos de bulles). De même, des temps d'attentes particulièrement longs sont enregistrés entre deux bulles successives. Le coefficient de transfert de chaleur moyen s'en trouve diminué. **Ces aspects affectent négativement l'efficacité** des échangeurs de chaleur basse pression, conduisent à des piètres compacités et **nuisent ainsi au développement de ces technologies de climatisation à faible impact environnemental.**



Bulle millimétrique (pression atmosphérique)

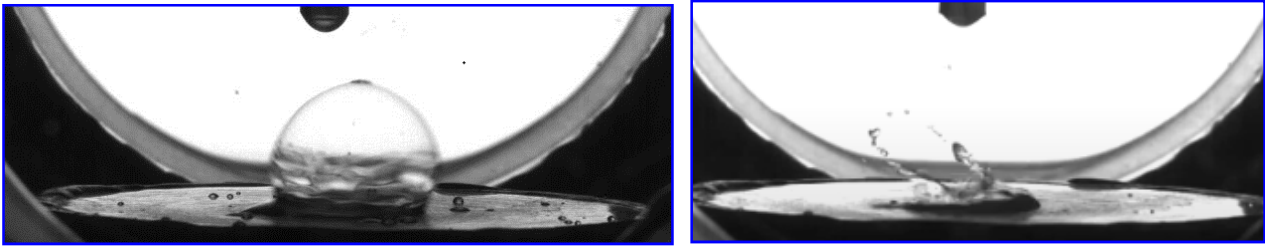


Bulles de forme ou de taille typique des faibles pressions



**Une autre solution** consiste à réaliser un refroidissement par **pulvérisation de gouttelettes**. Ce phénomène repose sur l'évaporation de petites gouttelettes ou d'un film mince de liquide en contact avec la paroi chauffée. À basse pression, cette méthode peut être plus efficace que le processus d'ébullition, en évitant la formation de zones sèches sur la paroi et en favorisant **la formation puis l'éclatement de bulles qui projettent des**

**gouttelettes secondaires** (cf. photos). Cependant, il y a un réel manque de connaissances concernant ce phénomène d'évaporation à basse pression.



*Formation d'une bulle à partir d'une gouttelette puis atomisation et projection de gouttelettes secondaires*

**L'objectif de cette thèse est de comprendre les mécanismes d'évaporation à très faible pression** (proximité du point triple). L'étude devra permettre d'identifier les phénomènes physiques en présence. Une **étude expérimentale** portera sur l'évaporation d'une goutte ou d'un film d'eau sur une paroi chauffée. Les influences de la pression (10 mbar à 1 bar), de l'orientation, de la rugosité et de la température de la paroi, du volume de la goutte ou du film pourront être étudiées. **La mesure de la densité de flux transférée au moyen d'un fluxmètre innovant et l'observation simultanée par caméra rapide** de la goutte lors de son évaporation conduira à une meilleure compréhension et interprétation de la phénoménologie du changement de phase liquide-vapeur pour des pressions proches du vide. On pourra ainsi proposer des pistes de conception améliorée d'évaporateurs basse pression.

Début de thèse prévu pour septembre ou octobre 2021

**Prérequis :** Connaissances dans le domaine des transferts thermiques et/ou de la mécanique des fluides. Goût pour les travaux expérimentaux.

**Financement :** Thèse pouvant être financée par un contrat doctoral (Ministère de la Recherche) de l'INS<sup>2</sup>

**Procédure :** Transmettre par e-mail votre CV aux contacts ci-dessous.

**Encadrement de la thèse / Contacts :**

Jocelyn Bonjour	Professeur (jocelyn.bonjour@insa-lyon.fr)
Romuald Rullière	Maître de Conférences (romuald.rulliere@insa-lyon.fr)