

# THESE DE DOCTORAT

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 602

*Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes*

*Spécialité : Thermique, Energétique, Combustion*

Par

**Antonio DELLA VOLPE**

**Ebullition de fluide diélectrique sur une plaque horizontale et verticale  
étude du confinement**

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 22/04/2024

Unité de recherche : LTEN UMR6607

## Rapporteurs avant soutenance :

Jocelyn BONJOUR  
Marie-Christine DULUC

Professeur des universités, INSA Lyon  
Maître de conférences, CNAM Saint-Denis

## Composition du Jury :

Examineurs : Michel GRADECK  
Jocelyn BONJOUR  
Marie-Christine DULUC

Professeur des universités, Université de Lorraine  
Professeur des universités, INSA Lyon  
Maître de conférences, CNAM Saint-Denis

Dir. de thèse : Jérôme BELLETTRE  
Co-enc. de thèse : Nicolas BAUDIN  
Co-enc. de thèse : Stéphane ROUX

Professeur des universités, Nantes Université  
Maître de Conférences, Nantes Université  
Maître de Conférences, Nantes Université

## Invité(s)

Jean-Michel FIARD

Expert thermique, Ampère SAS (ex-Groupe Renault)

**Titre :** Ebullition de fluide diélectrique sur une plaque horizontale et verticale : étude du confinement

**Mots clés :** ébullition, vase, confinement, flux critique

**Résumé :** Dans le contexte industriel de cette thèse Cifre, une solution de refroidissement par ébullition de fluide diélectrique est traitée. Pour cela, un dispositif expérimental a été conçu.

La solution consiste en un système basé sur l'ébullition en vase, sur une plaque horizontale et une plaque verticale. La plaque verticale se situe dans un canal dont l'épaisseur peut être modifiée, ce qui permet d'étudier l'impact du confinement sur l'ébullition. Les mesures de température et flux de chaleur sont associées aux visualisations directes à travers les parois vitrées du dispositif.

Les plaques horizontale et verticale sont proches l'une de l'autre et forment un angle droit, ce qui permet d'observer l'influence réciproque entre elles. La variation de cette influence est observée à la fois pour le cas confiné ou libre.

D'abord une validation des mesures expérimentales est réalisée avec les données produites par la plaque horizontale et verticale en configuration libre. Ces mesures sont considérées comme la référence, elles sont comparées aux données et corrélations de la littérature.

Ces travaux de recherche se concentrent notamment sur l'influence du confinement vertical, son impact sur les différentes plages de flux de chaleur. Différents régimes sont identifiés, ainsi une carte de régimes est proposée et comparée à la littérature. D'autres paramètres sont étudiés, tels le sous-refroidissement et l'état de surface. Enfin, des campagnes de test spécifiques sont dédiées à l'étude du flux critique et du démarrage d'ébullition.

**Title :** Dielectric fluid boiling on horizontal and vertical plates: study of confinement

**Keywords :** boiling, pool, confinement, critical heat flux

**Abstract :** Within the framework of this industrial PhD thesis, a cooling solution exploiting boiling with a dielectric fluid is discussed. To this end, an experimental device has been designed.

The cooling solution consists in a system with pool boiling on a horizontal and vertical plate. The vertical plate is placed in a canal, whose width can be changed. This allows the study of the impact of confinement on the vertical plate. Temperature and heat flux measurements are linked to direct visualizations thanks to the transparent glass windows of the device.

The horizontal and vertical plates are close to each other and form a right angle, the influence of each plate on the other can thus be examined, both in the confined and in the free case.

First, the experimental measures are validated through the data of the horizontal and vertical plates in the free configuration. These measures are taken as reference, they are compared to the data and the correlations of the literature.

This research focuses on the influence of the vertical confinement in particular, for different heat fluxes. Several flow regimes are identified and a flow chart is proposed and compared to the literature. Other parameters are studied, such as subcooling and surface condition. Finally, specific test campaigns have been dedicated to the study of the critical heat flux and the incipience of boiling.