HAL open science

Étude expérimentale de l'ébullition dans un milieu poreux modèle

Ange Gourbil, Paul Sapin, Paul Duru, Florian Fichot, Michel Quintard, Marc Prat

To cite this version:

Ange Gourbil, Paul Sapin, Paul Duru, Florian Fichot, Michel Quintard, et al.. Étude expérimentale de l'ébullition dans un milieu poreux modèle. 12èmes Journées d'Etudes des Milieux Poreux (JEMP 2014), Oct 2014, Toulouse, France. pp.0. hal-03665100

HAL Id: hal-03665100

https://hal.science/hal-03665100v1

Submitted on 11 May 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)
OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : http://oatao.univ-toulouse.fr/
Eprints ID : 16096

To cite this version : Gourbil, Ange and Sapin, Paul and Duru, Paul and Fichot, Florian and Quintard, Michel and Prat, Marc *Étude expérimentale de l'ébullition dans un milieu poreux modèle.* (2014) In: 12èmes Journées d'Etudes des Milieux Poreux (JEMP 2014), 9 October 2014 - 10 October 2014 (Toulouse, France). (Unpublished)

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

Étude expérimentale de l'ébullition dans un milieu poreux modèle

Ange Gourbil*[1], Paul Sapin[1], Paul Duru[1], Florian Fichot[2], Michel Quintard[1,3], Marc Prat[1,3]

[1] Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT) ; Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT), Allée Camille Soula, 31400 Toulouse
[2] Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), Division of Major Accidents Prevention, BP3 13115 St Paul lez Durance
[3] CNRS ; IMFT ; Allée Camille Soula, 31400 Toulouse
* agourbil@imft.fr

MOTS-CLÉS : écoulements diphasiques, transferts de chaleur, ébullition convective.

1. INTRODUCTION

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, la compréhension des transferts de chaleur et de masse dans un écoulement diphasique avec changement de phase liquide-vapeur en milieu poreux est primordiale pour l'étude des effets d'un renvoi d'eau dans un cœur de réacteur endommagé, à la suite d'un accident de perte de refroidissement primaire. Le travail présenté ici est une étude expérimentale visant à mieux comprendre et caractériser les phénomènes d'ébullition à l'échelle du pore, afin d'affiner l'évaluation de paramètres effectifs du modèle utilisé par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) pour simuler le renoyage [1,2]. Dans cet objectif, un dispositif expérimental a été réalisé, permettant de visualiser les écoulements à l'échelle du pore et d'effectuer des mesures thermiques locales dans un milieu poreux modèle chauffant bidimensionnel.

2. PRESENTATION DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le cœur du dispositif est une section formée de 392 cylindres de 2mm de diamètre disposés entre deux plaques parallèles de céramique espacées de 3mm (Fig.1(a)), dont l'une est transparente et permet la visualisation des écoulements (Fig.1(b)). Les cylindres sont des sondes à résistance de platine (Pt100) présentant une double fonction : ils sont utilisés comme éléments chauffants contrôlables individuellement et comme capteurs de température (Fig.1(c)).

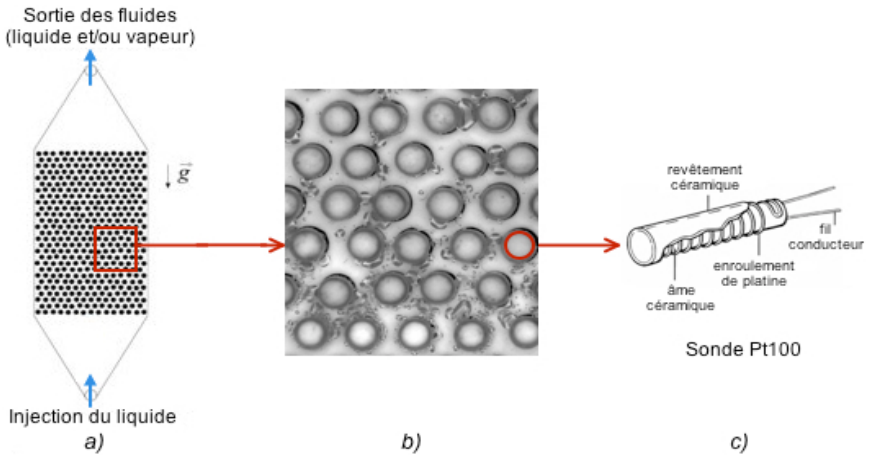

Figure 1 : a) Schéma de la section ; b) Exemple de visualisation ; c) Schéma d'un élément chauffant.

Le liquide (HFE-7000, T_{sat}=34°C à pression atmosphérique) est injecté par le bas de la section, avec un débit fixé au moyen d'une pompe à engrenage. Un bain thermostaté permet de régler la température d'injection. La pression est régulée dans le circuit fluide par un système de seringue.

3. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Deux configurations principales ont été étudiées. Dans la première, le milieu est initialement saturé en liquide et chauffé jusqu'à l'apparition de la vapeur puis l'obtention des différents régimes d'ébullition. Cela permet d'établir des courbes de type Nukiyama sur un élément chauffant en milieu confiné. Les expériences menées avec le chauffage en masse du milieu poreux modèle ont montré l'influence du taux de vide local sur l'allure de la courbe d'ébullition, et notamment sur les valeurs des flux critique (Fig. 2(a)) et du flux minimum.

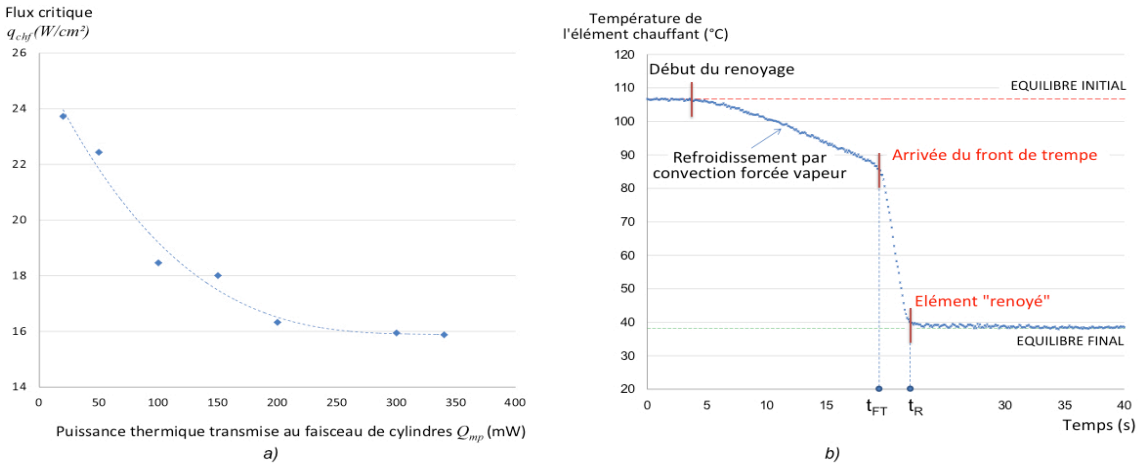

Figure 2 : a) Influence du chauffage du milieu poreux sur le flux critique ; b) Évolution de la température d'un élément chauffant au cours du renoyage.

Dans la seconde configuration, comparable à une situation de renoyage, le liquide est injecté dans le milieu sec et initialement surchauffé. Les relevés thermiques ont permis de caractériser la dynamique du renoyage - détection du front de trempe (Fig. 2(b)) - et les visualisations d'observer les principaux régimes d'écoulement. Trois zones d'écoulement ont ainsi été identifiées : une zone monophasique vapeur est suivie d'une zone d'ébullition intense puis d'une zone dite renoyée, dans laquelle le liquide est entré en contact avec les éléments chauffants.

Le dispositif expérimental réalisé a ainsi permis d'obtenir des courbes d'ébullition en milieu poreux, et de caractériser la phénoménologie du renoyage. Un objectif actuel est de traiter les visualisations obtenues par caméra rapide afin d'estimer les taux de vide locaux et d'établir leur lien avec les coefficients d'échange de chaleur.

4. REFERENCES

1. Bachrata A., Fichot F., Repetto G., Quintard M., Fleurot J., *Quench front progression in a superheated porous medium: experimental analysis and model development*, Journal of Energy and Power Engineering, 7 : 514-523 (2013)

2. Duval F., Fichot F., Quintard M., *A local non-equilibrium model for two-phase flows with phase-change in porous media*, International Journal of Heat and Mass Transfer, 47(3) : 613-639 (2004)