



LHP multi-sources

Pour le refroidissement des électroniques

*Journée SFT – 30 Mars 2018
L. Fourgeaud*



LIEBHERR

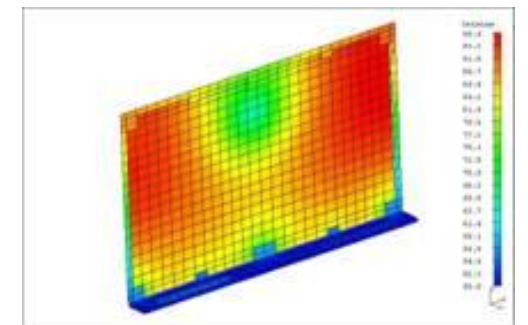
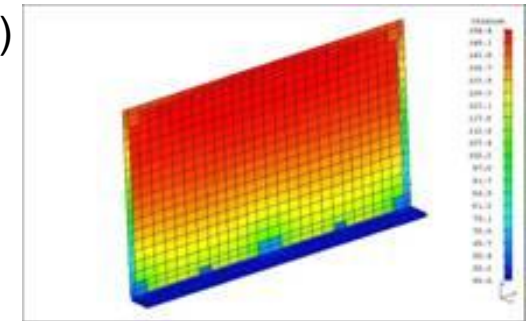
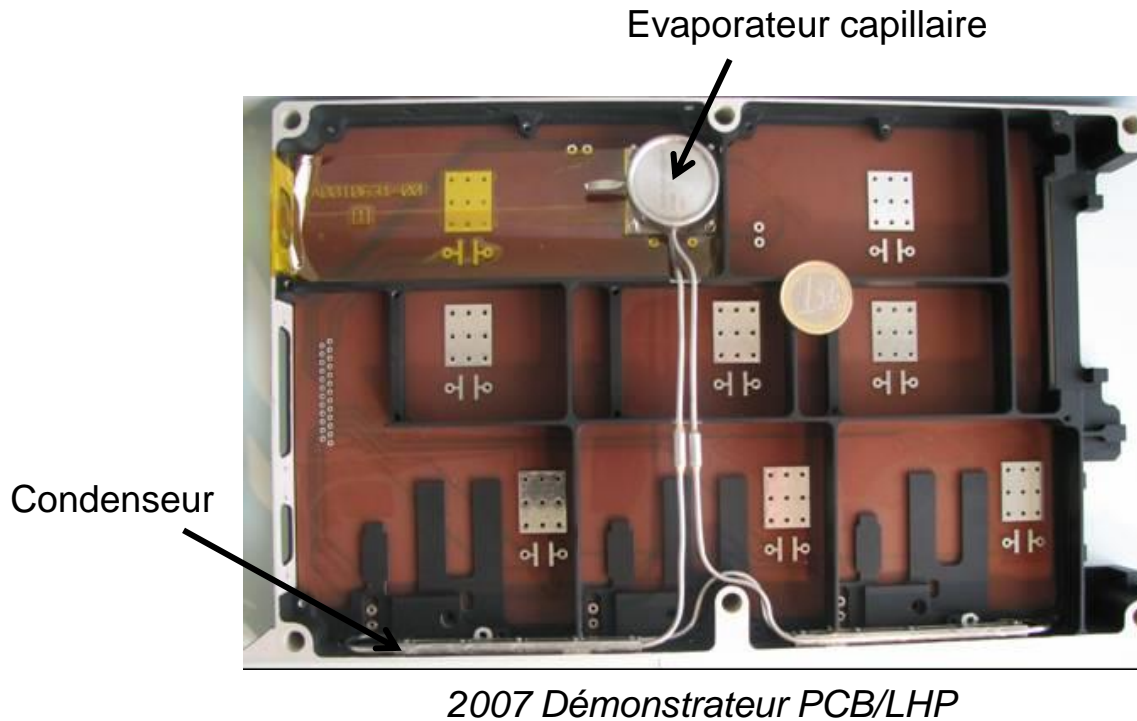


EPSILON
ALCEN



1. Genèse du projet
2. Extension à plusieurs étages
 1. Concept
 2. Démonstrateur
3. Analyse du fonctionnement
 1. Modes de fonctionnement
 2. Modèle et extraction du titre vapeur
 3. Limite de puissance
4. Génération de l'ébullition dans les échangeurs
5. Synthèse

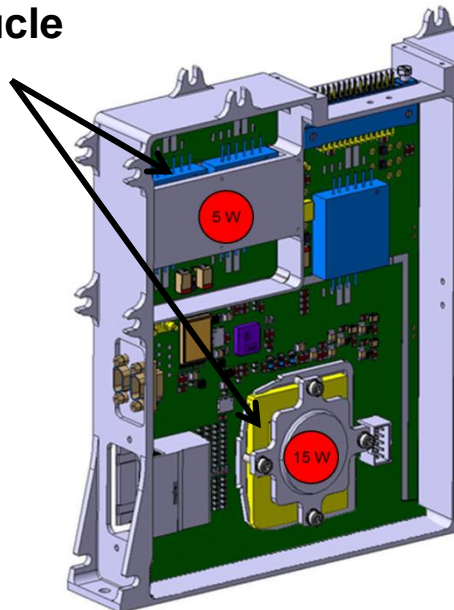
- Développement d'une Mini-LHP (2007) :
 - Evaporateur compatibles avec boîtier électronique
 - Démontable
 - Refroidissement significatif des composants (-20°C @ 10 W)



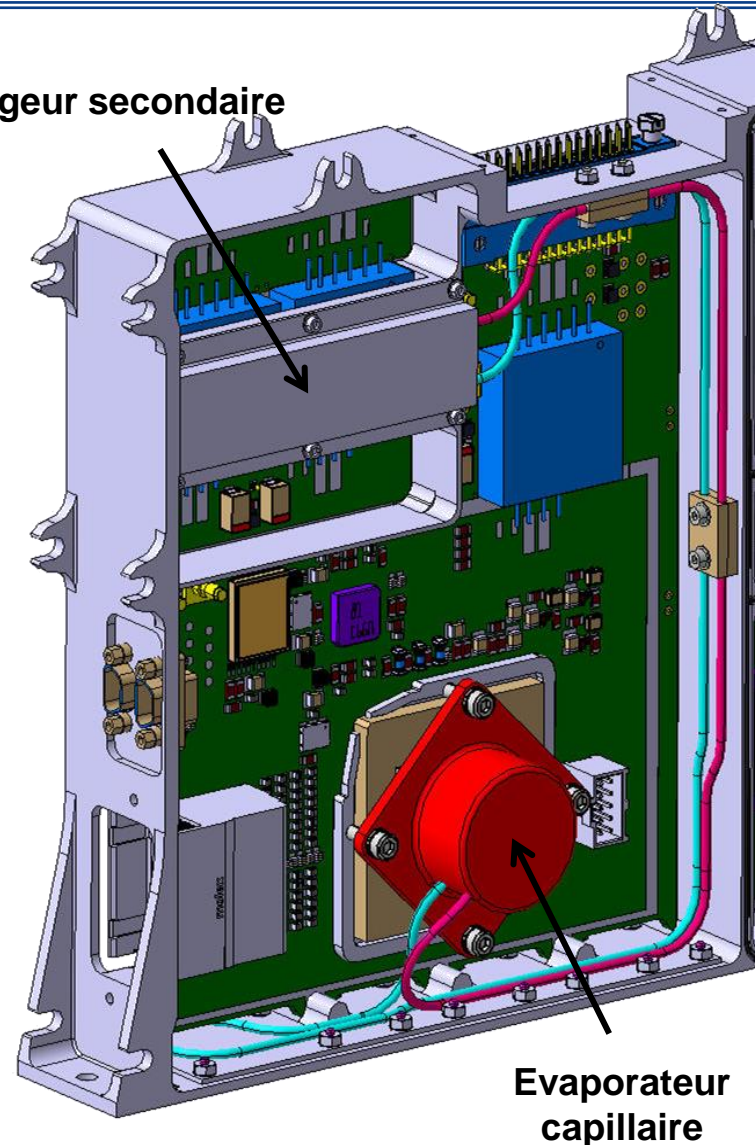
- Inconvénients :
 - Un seul composant refroidi
 - Masse



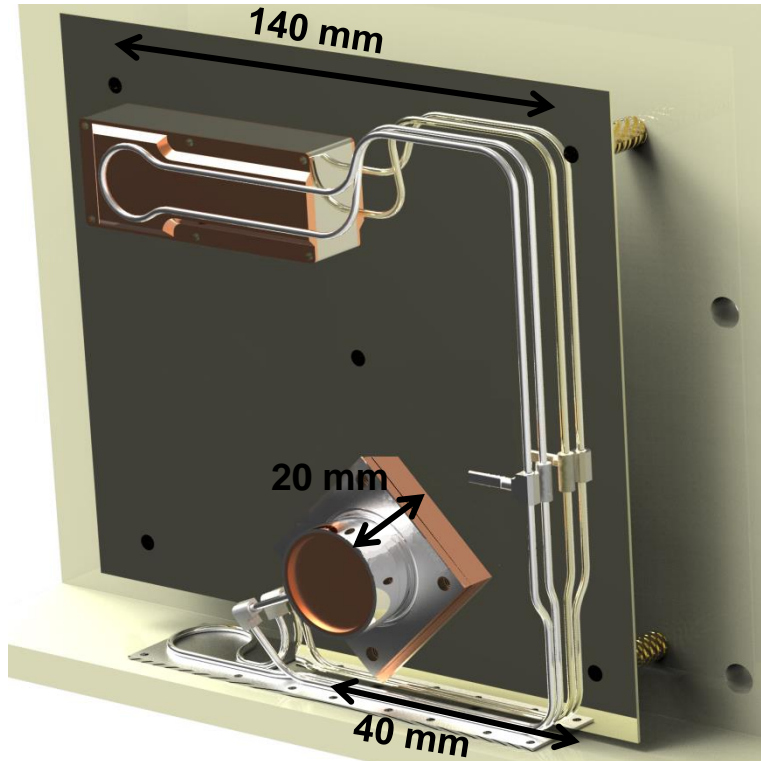
Refroidissement de deux sources avec une seule boucle



Echangeur secondaire

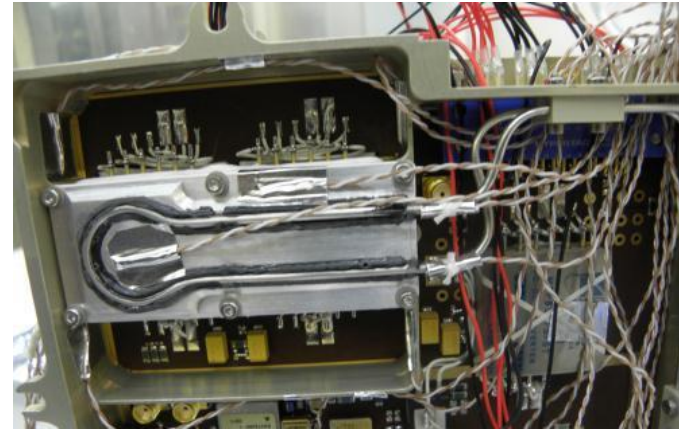


- ITT ESA 2012 : PCB Cooling

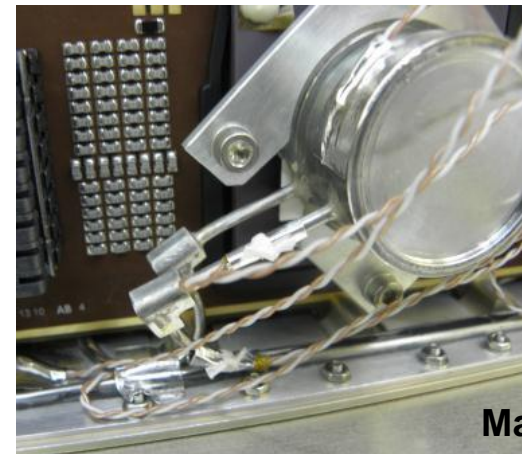


Masse totale < 100 g

Echangeur secondaire

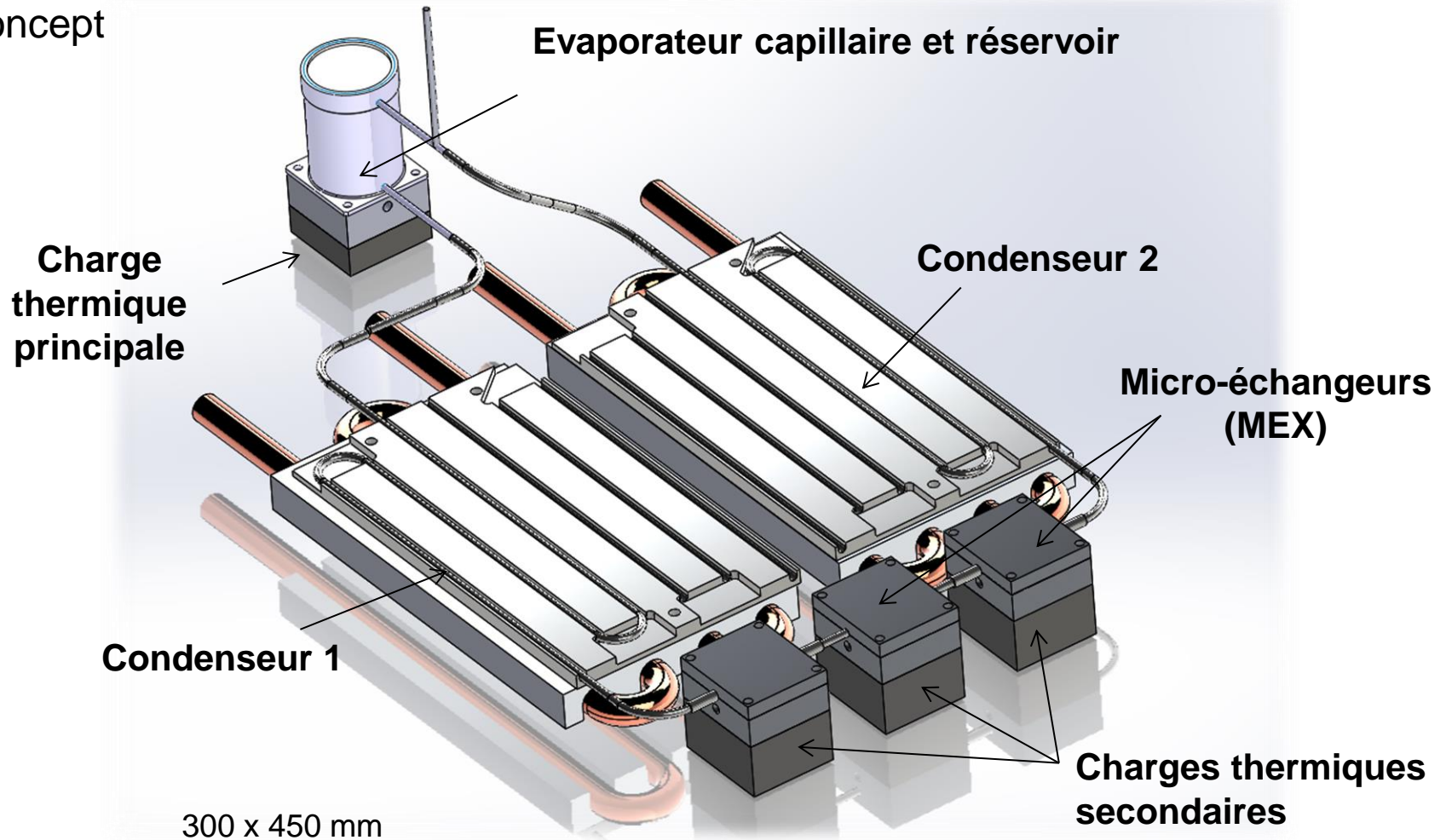


Mini-évaporateur capillaire

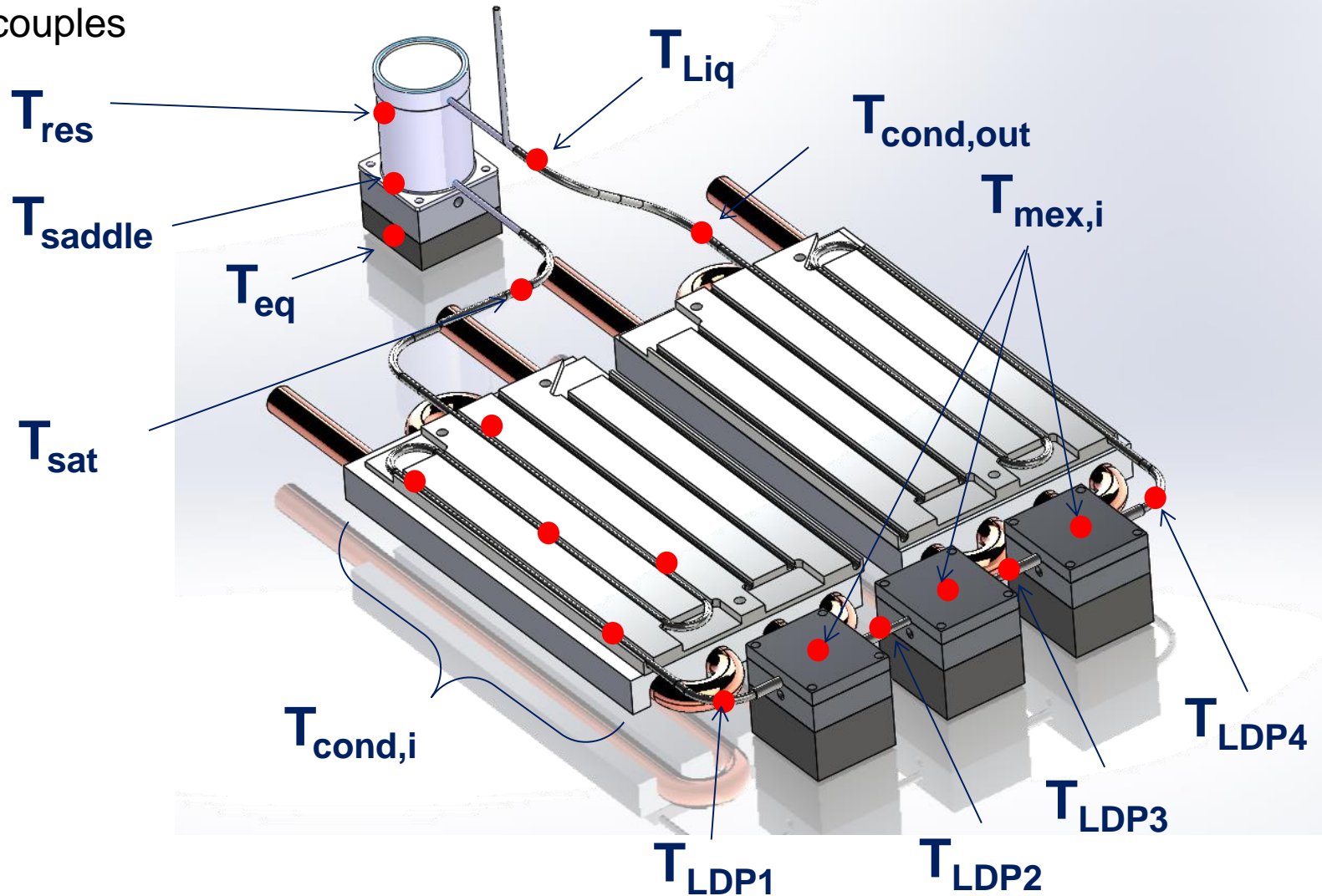


Masse : 50 g

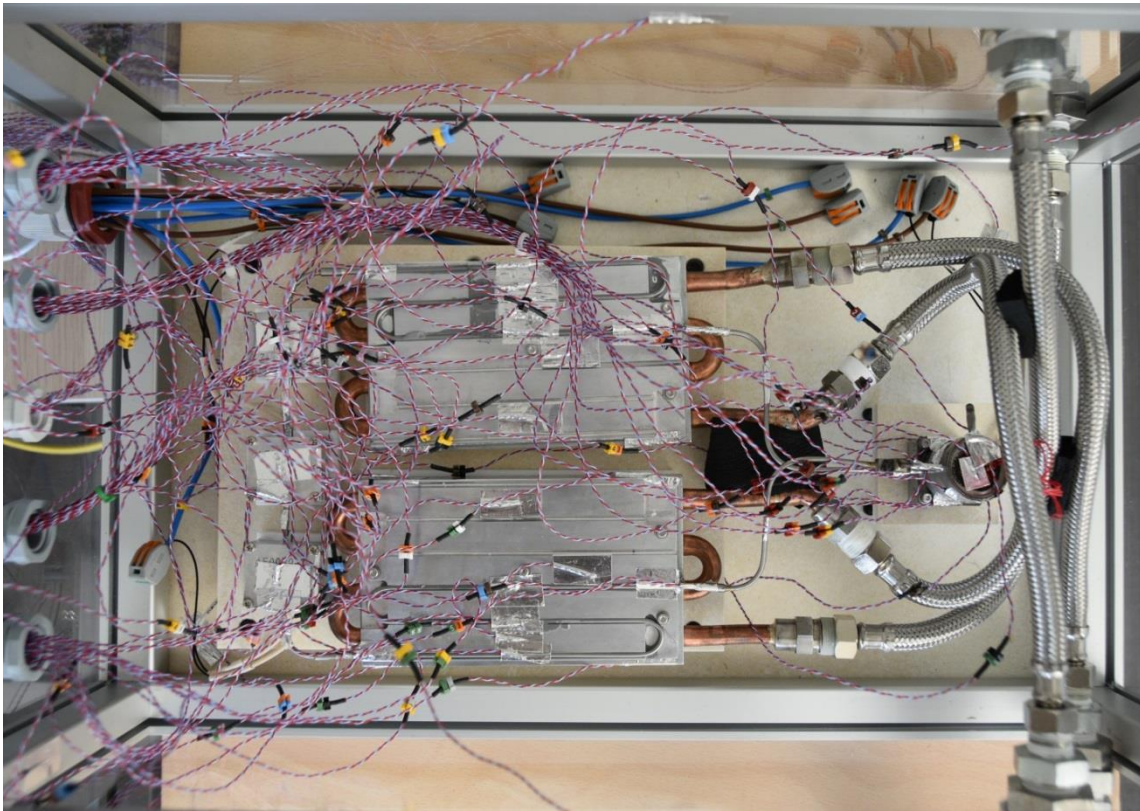
- Concept



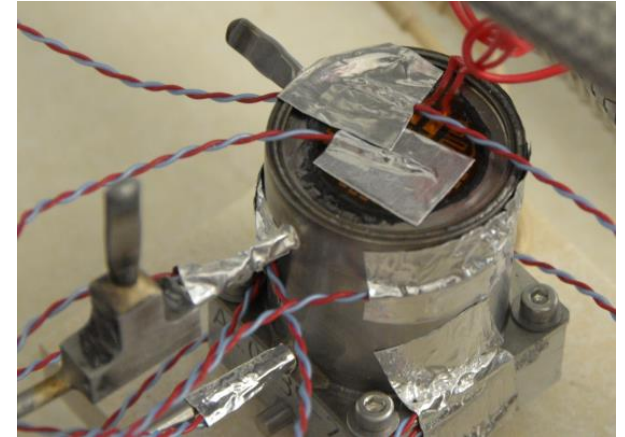
- Thermocouples



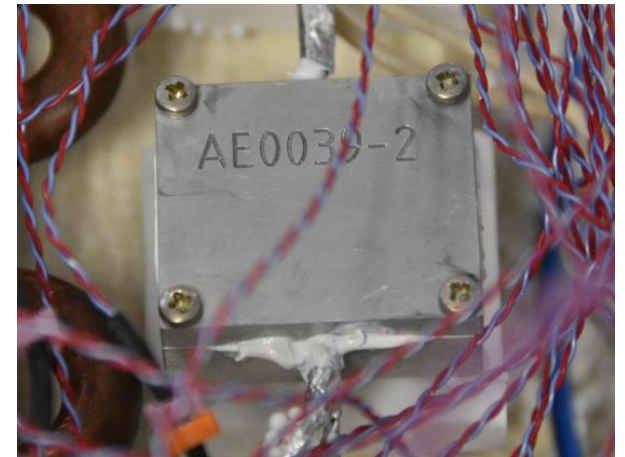
- Démonstrateur MSLHP à l'IRT



Démonstrateur complet instrumenté

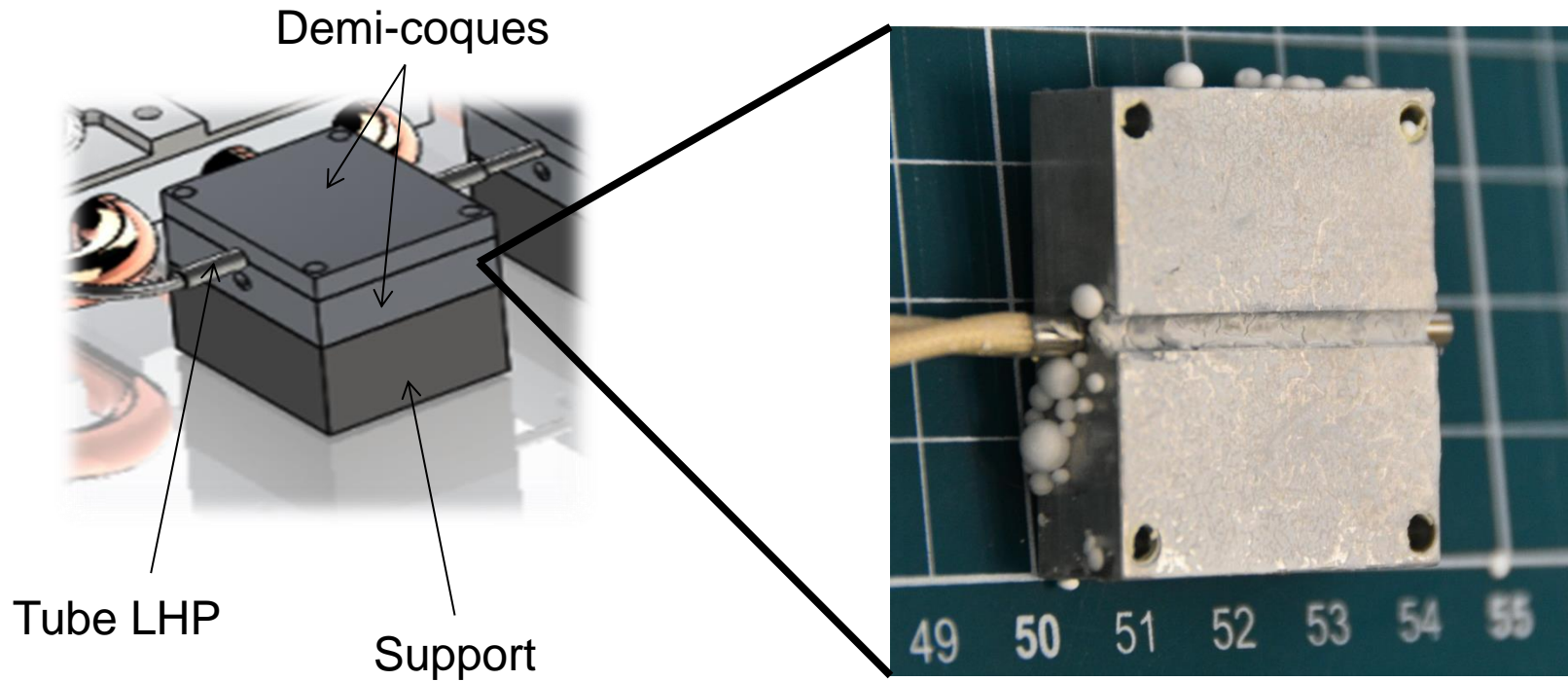


Evaporateur capillaire

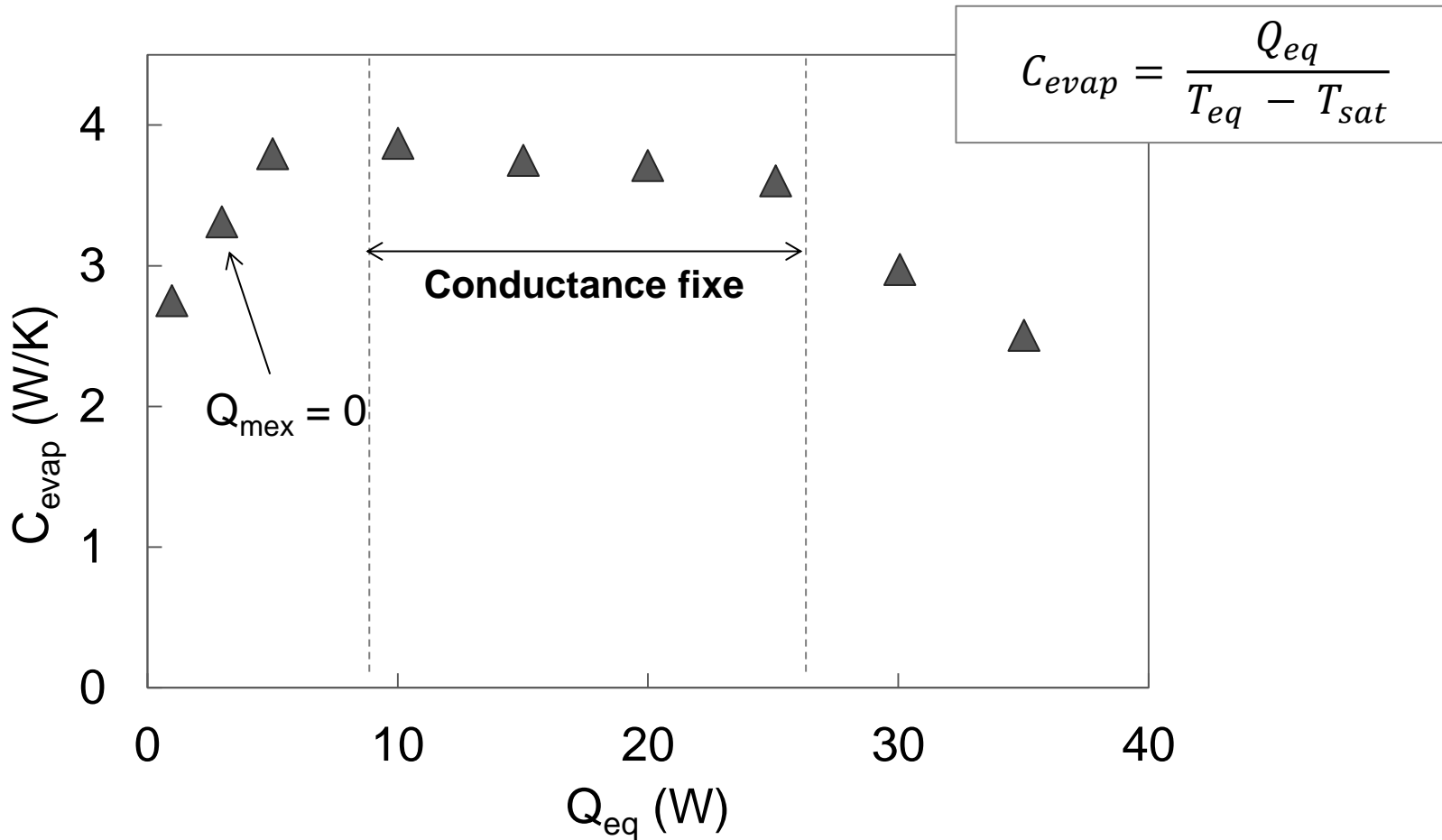


Micro-échangeur

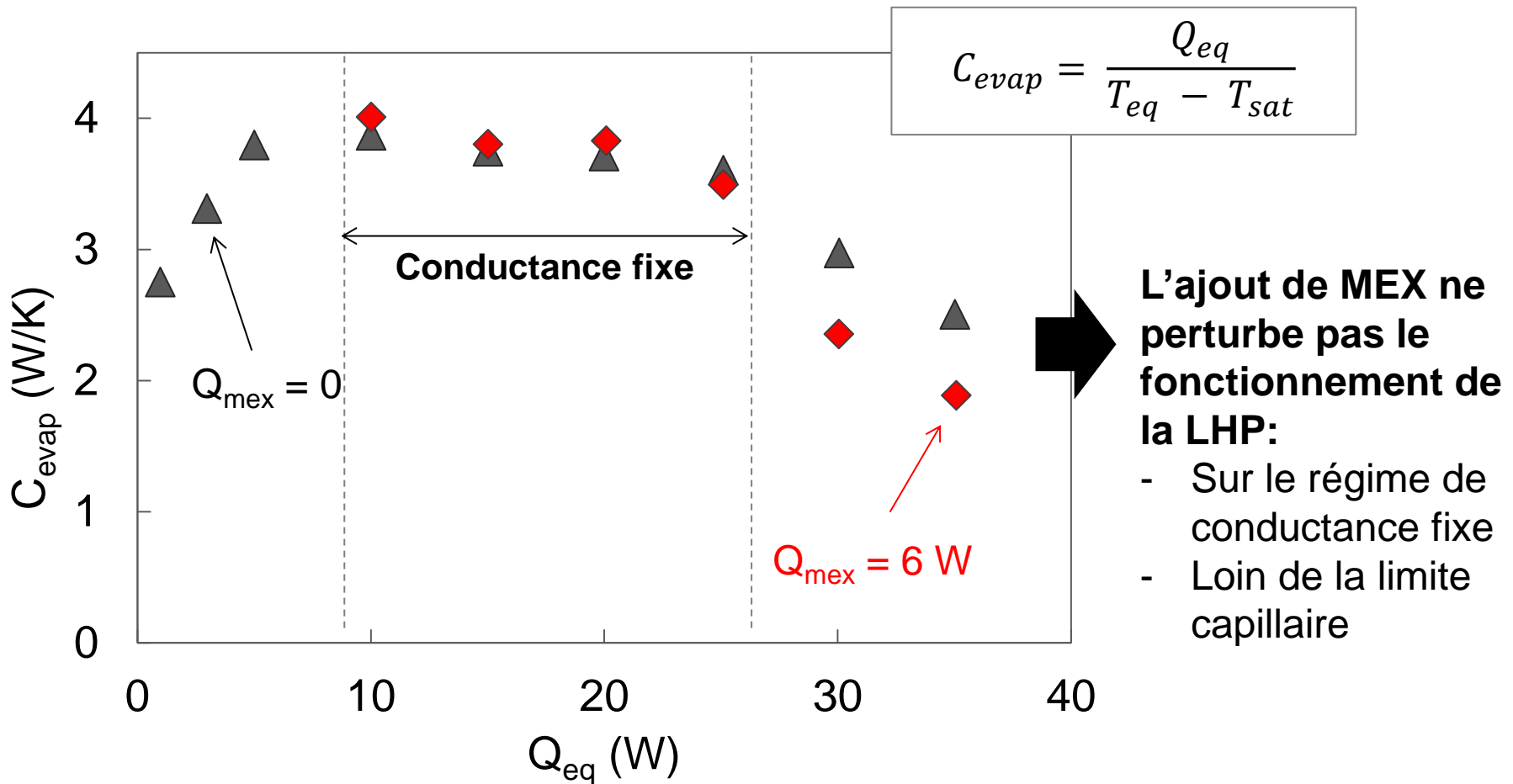
- Géométrie des micro-échangeurs secondaires



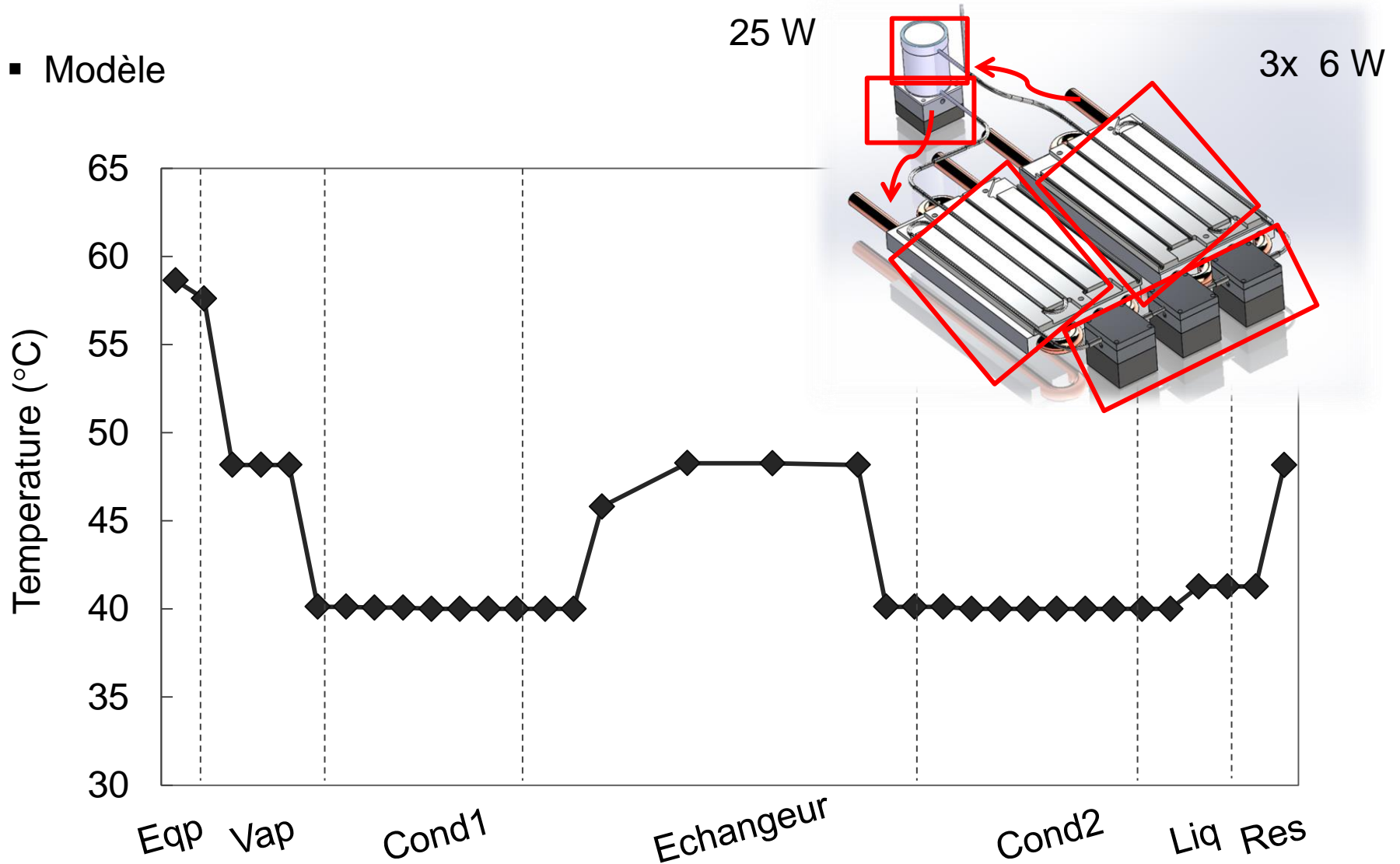
- Modes de fonctionnement



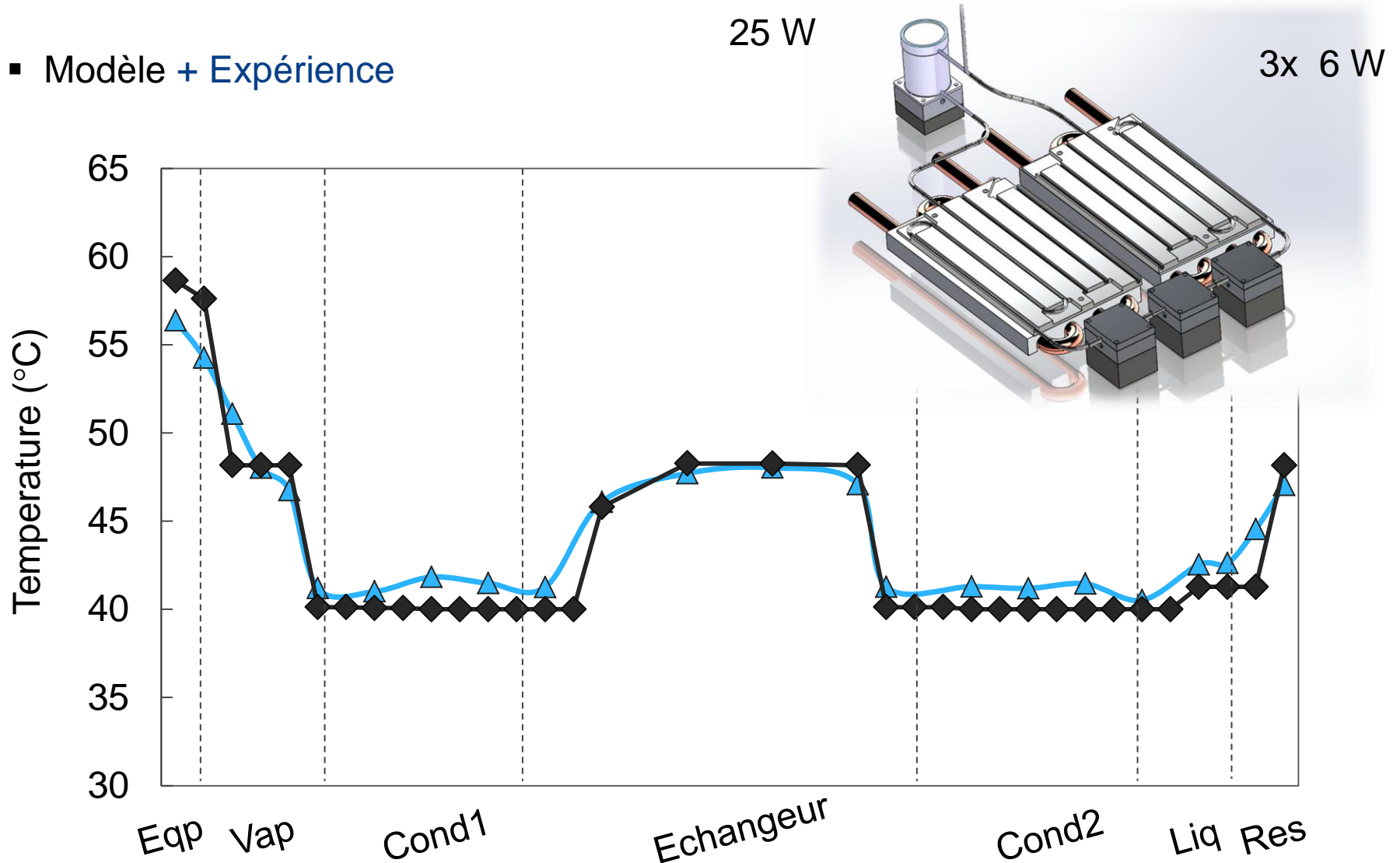
▪ Modes de fonctionnement



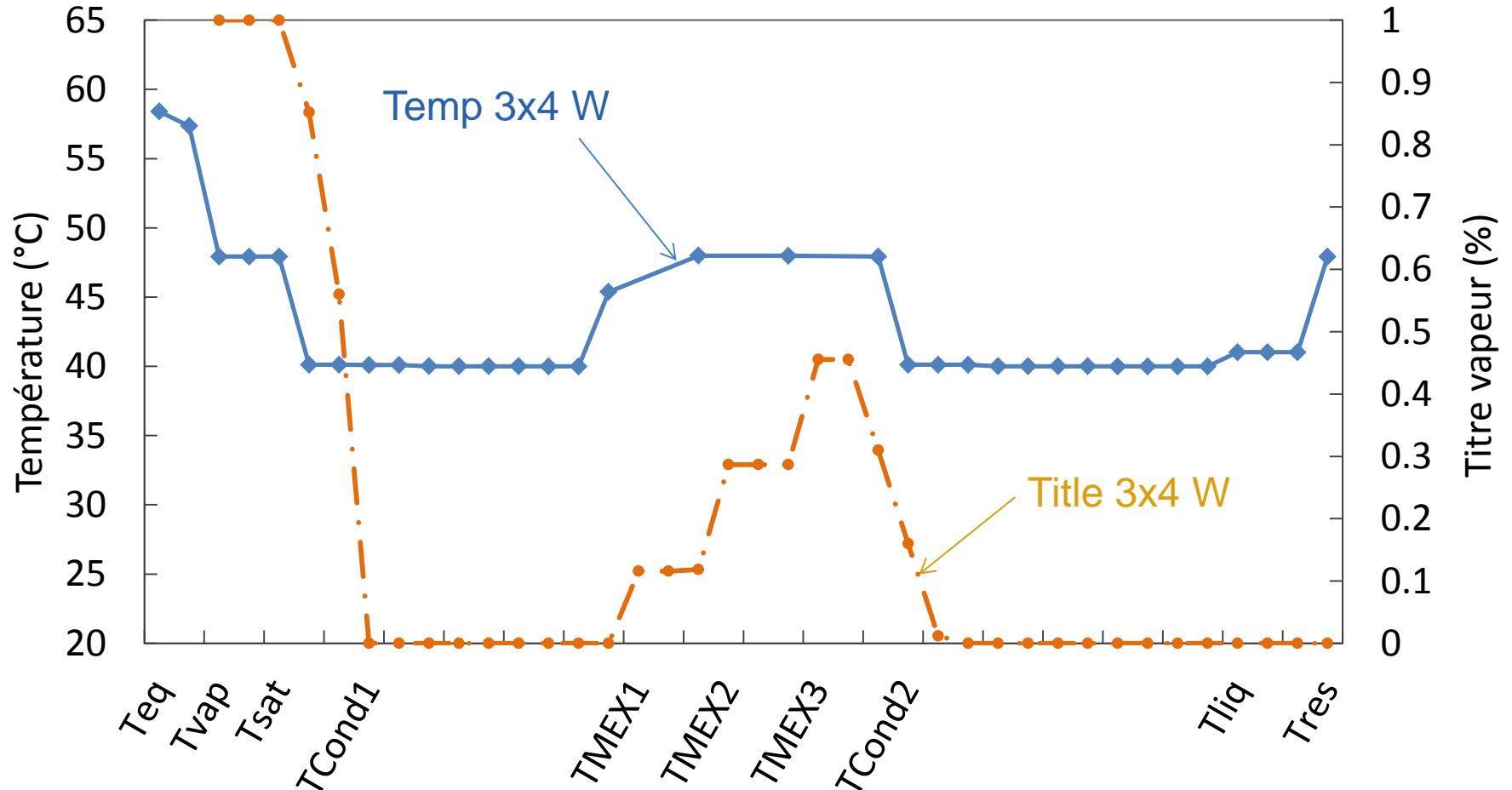
▪ Modèle



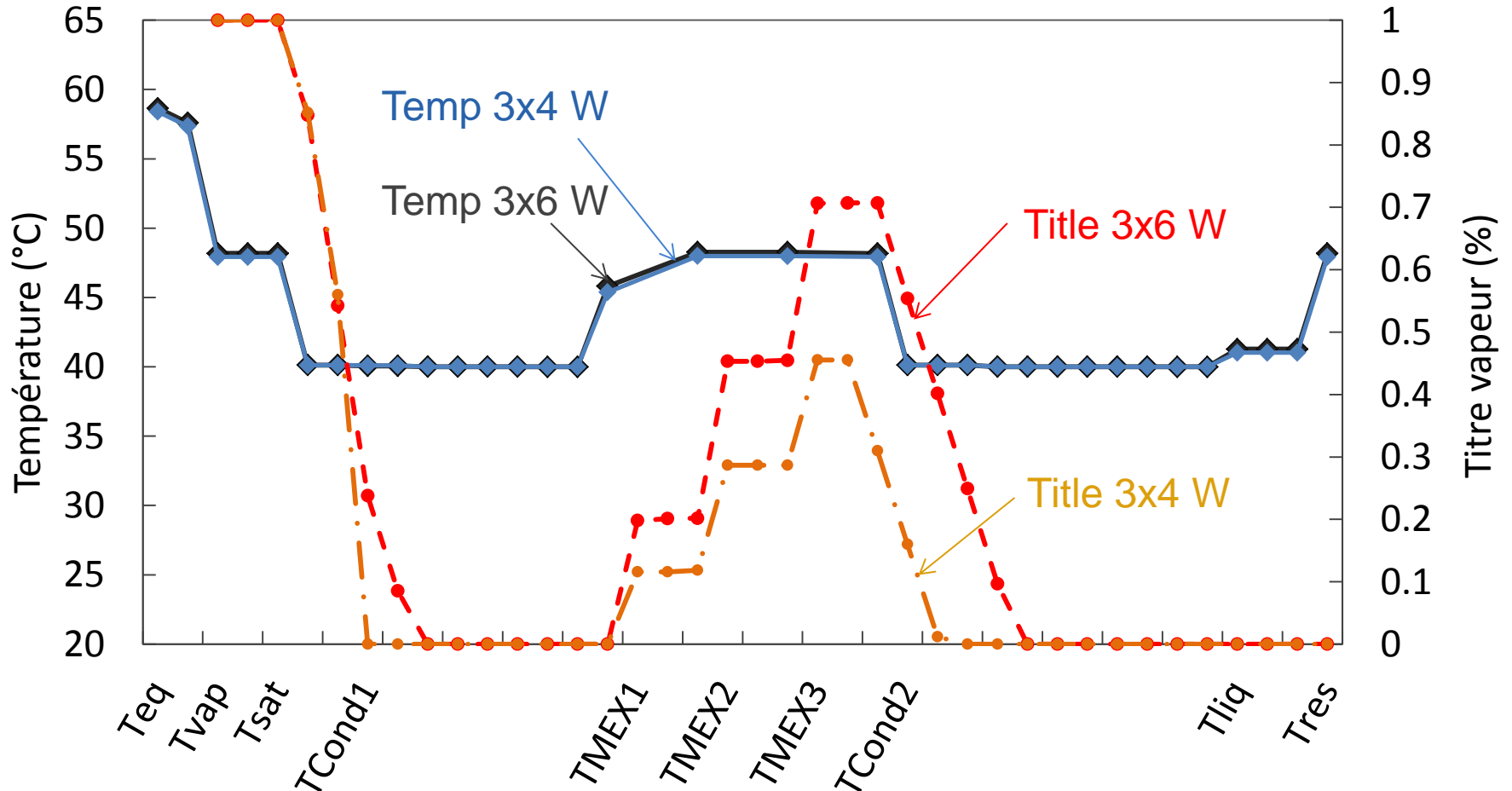
- Modèle + Expérience



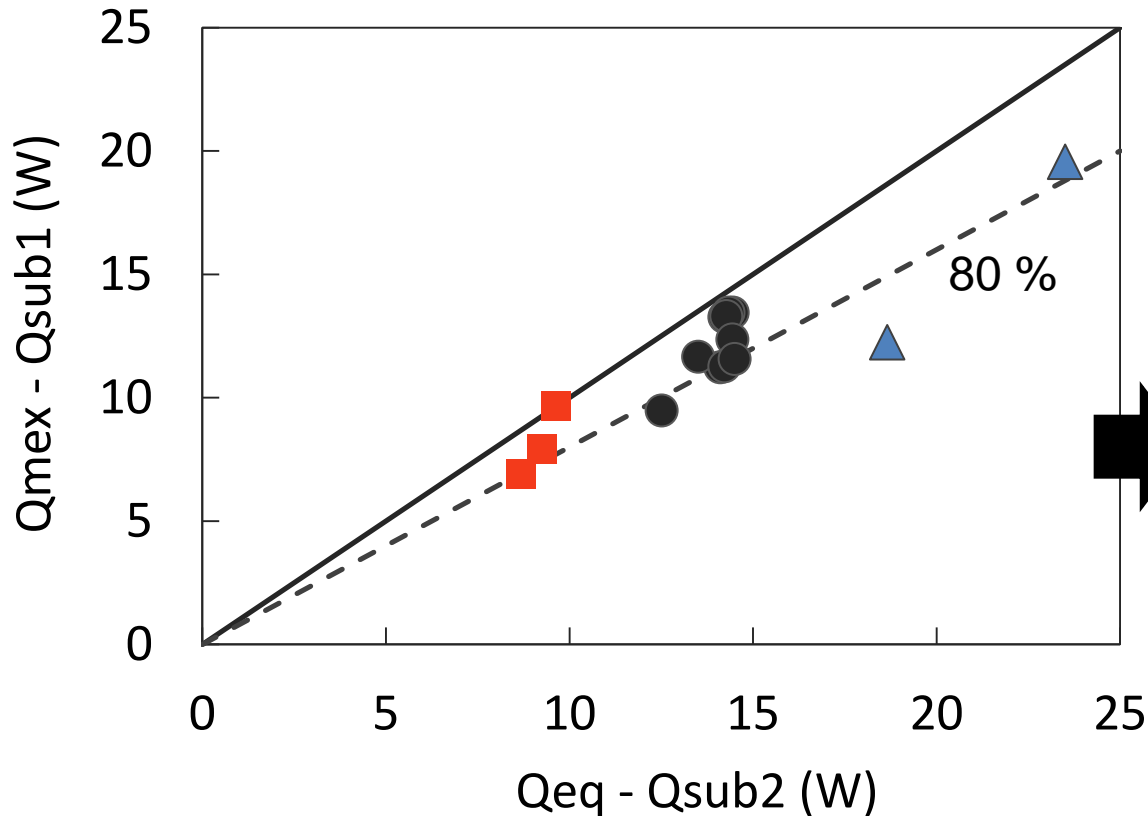
- Evolution du titre vapeur le long de la ligne



- Evolution du titre vapeur le long de la ligne



- Limite de puissance appliquée sur les micro-échangeurs



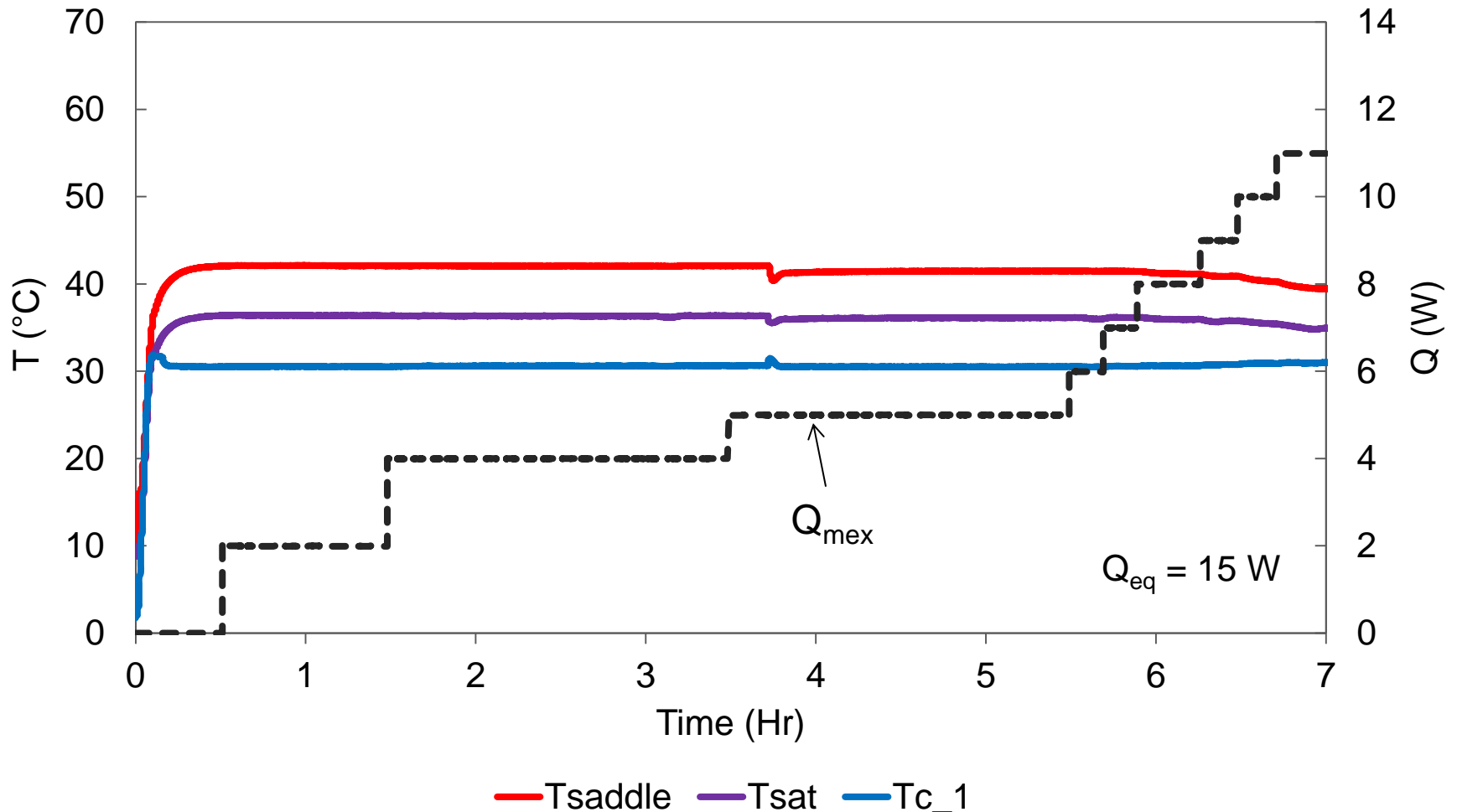
$$Q_{eq} \geq \sum_i Q_{mex,i}$$

Limite entre 80 et 100 % de la puissance sur l'évaporateur principal.

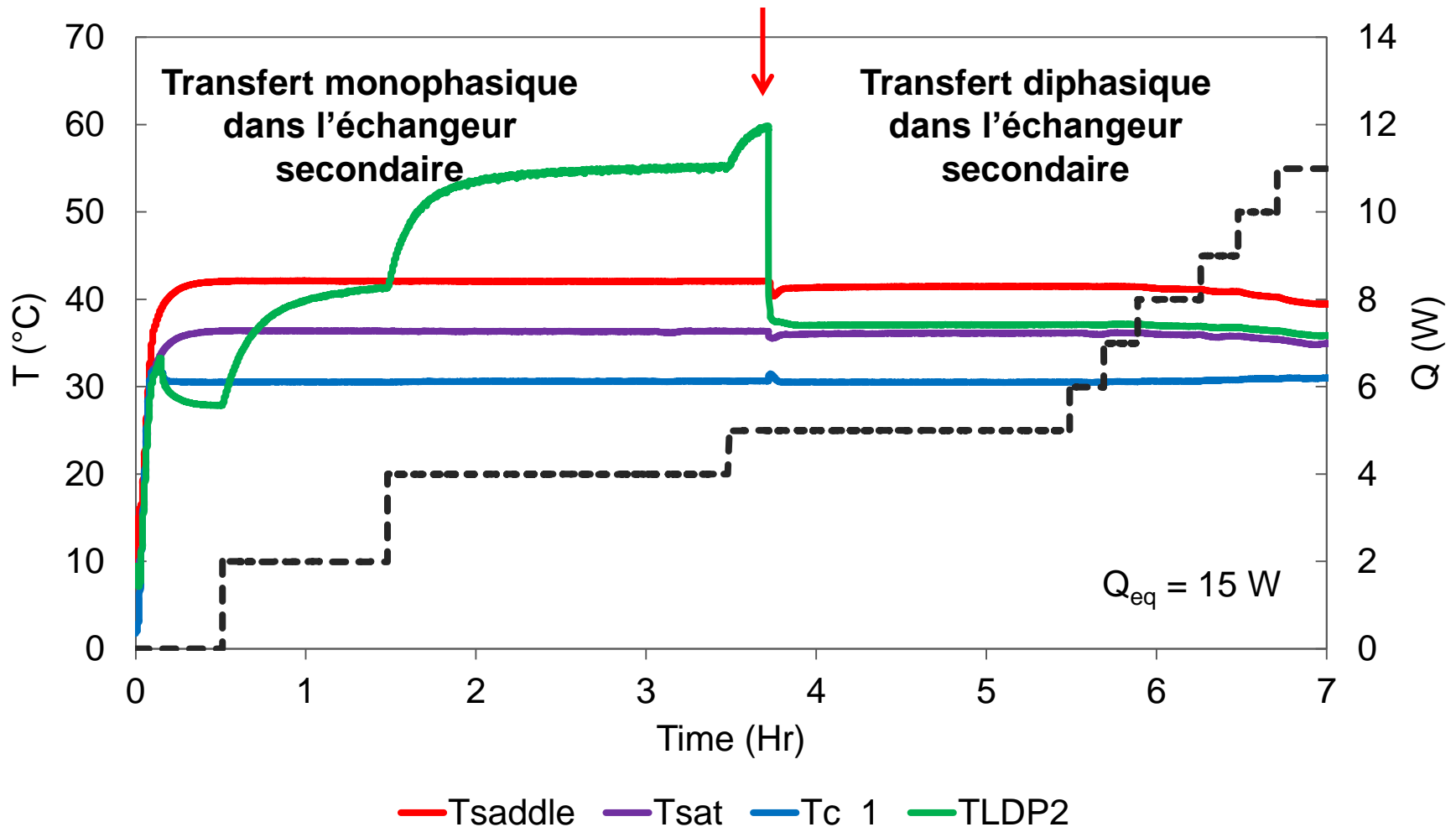
Titre vapeur proche de 1.

■ Qeq=10W ● Qeq=15W ▲ Qeq=25W

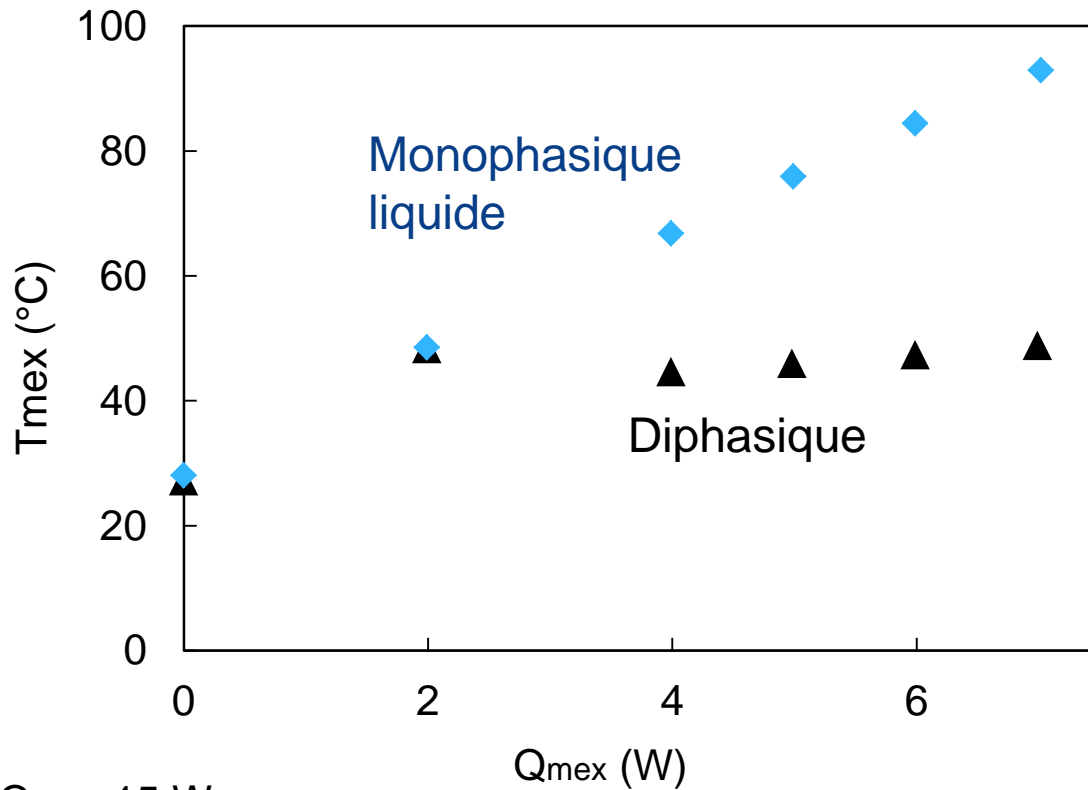
- ONB dans les échangeurs



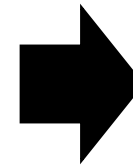
- ONB dans les échangeurs



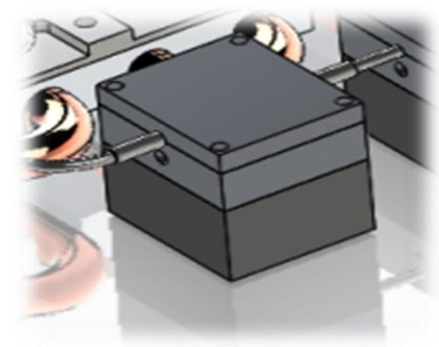
- ONB dans les échangeurs



$Q_{eq} = 15 \text{ W}$



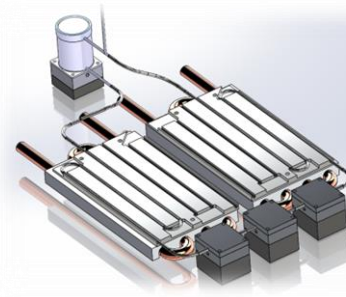
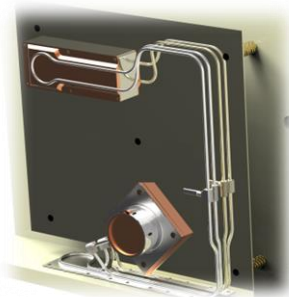
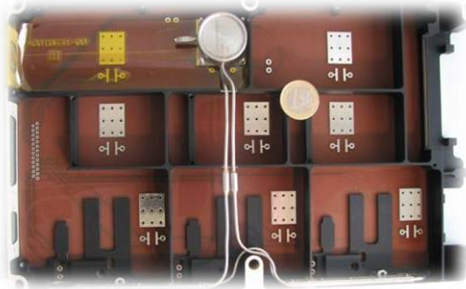
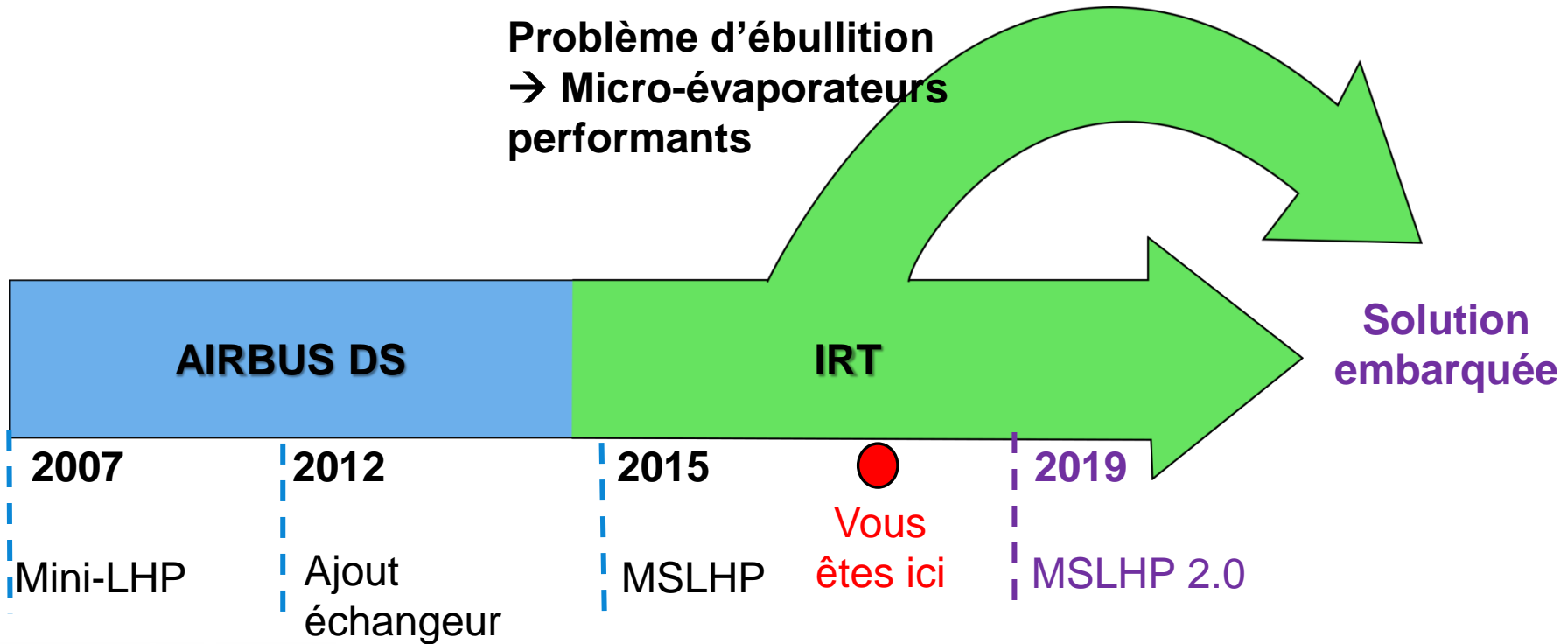
Ebullition difficile à générer avec la géométrie actuelle



- LHP multi-étages – preuve de concept
 - ✓ Manip + modèle corrélé permettant notamment le calcul du titre vapeur
 - Le fonctionnement de la LHP n'est pas perturbé par l'ajout d'échangeurs secondaires.
 - L'apport de puissance est absorbé par l'augmentation du titre vapeur
 - Jusqu'à un titre de 1 sans atteindre les limites de la boucle.

 - Problème de surchauffe au déclenchement de l'ébullition : à investiguer

Problème d'ébullition
→ Micro-évaporateurs performants



- Technologie 100 % passive
- Aucun cyclage thermique des composants



Thank you!

© IRT AESE "Saint Exupéry" - All rights reserved Confidential and proprietary document. This document and all information contained herein is the sole property of IRT AESE "Saint Exupéry". No intellectual property rights are granted by the delivery of this document or the disclosure of its content. This document shall not be reproduced or disclosed to a third party without the express written consent of IRT AESE "Saint Exupéry". This document and its content shall not be used for any purpose other than that for which it is supplied. IRT AESE "Saint Exupéry" and its logo are registered trademarks.