



INSTITUT NANOSCIENCES
ET CRYOGÉNIE

la recherche, ressource fondamentale
research - a fundamental resource

SBT | SCIB | SPINTEC | SPRAM | SPSMS | SP2M

inac.cea.fr

Les stages proposés par le Service des Basses Températures du CEA/Grenoble

Etude du refroidissement des aimants de focalisation du LHC par de l'hélium supercritique à 4 K

Le LHC (large hadron collider) doit repousser les limites de la physique des accélérateurs, en particulier, par la découverte de nouvelles particules dont le fameux « boson de Higgs »
Après sa découverte, la détermination précise de la masse sera un enjeu important pour la validation des théories en cours

Augmentation du nombre d'évènements / seconde pour avoir une statistique plus large →
Augmentation de la luminosité → Remplacement de certains aimants



Proposition de stage

Travail à effectuer

1- Recherche d'architecture pour le refroidissement des aimants d'insertion avant les zones de chocs

- ingénierie
- thermodynamique
- mécanique des fluides

2 – Implantation dans une sections des aimants des canaux de refroidissement en hélium supercritique

- Thermique
- Mécanique
- Travail collaboratif

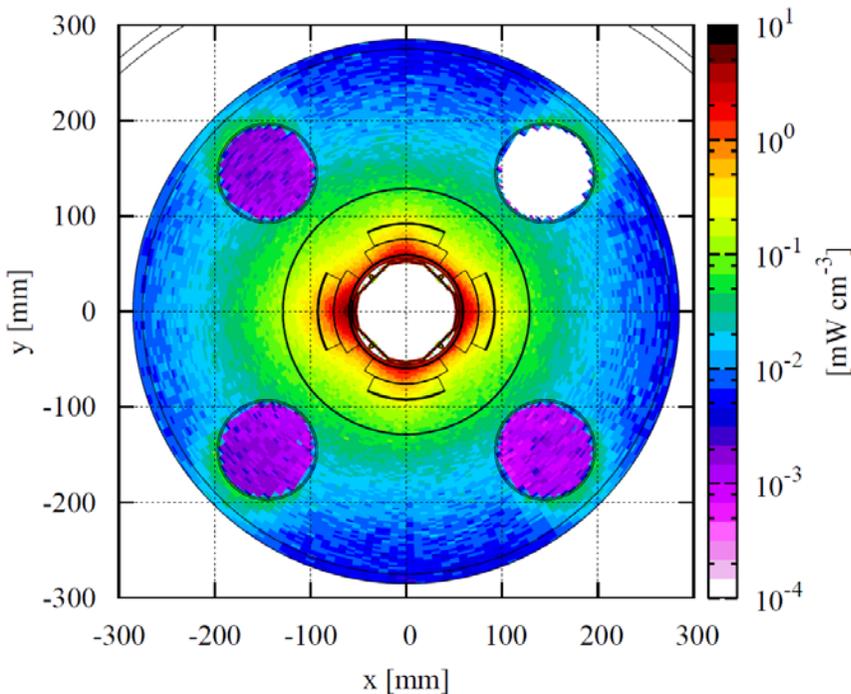
Support

Outils de calcul
Expertises du CEA/SBT

Profil souhaité

mécanique / mécanique des fluides / thermique
Travail en équipe
Autonomie

Power deposition in Q3 at peak power in the coil

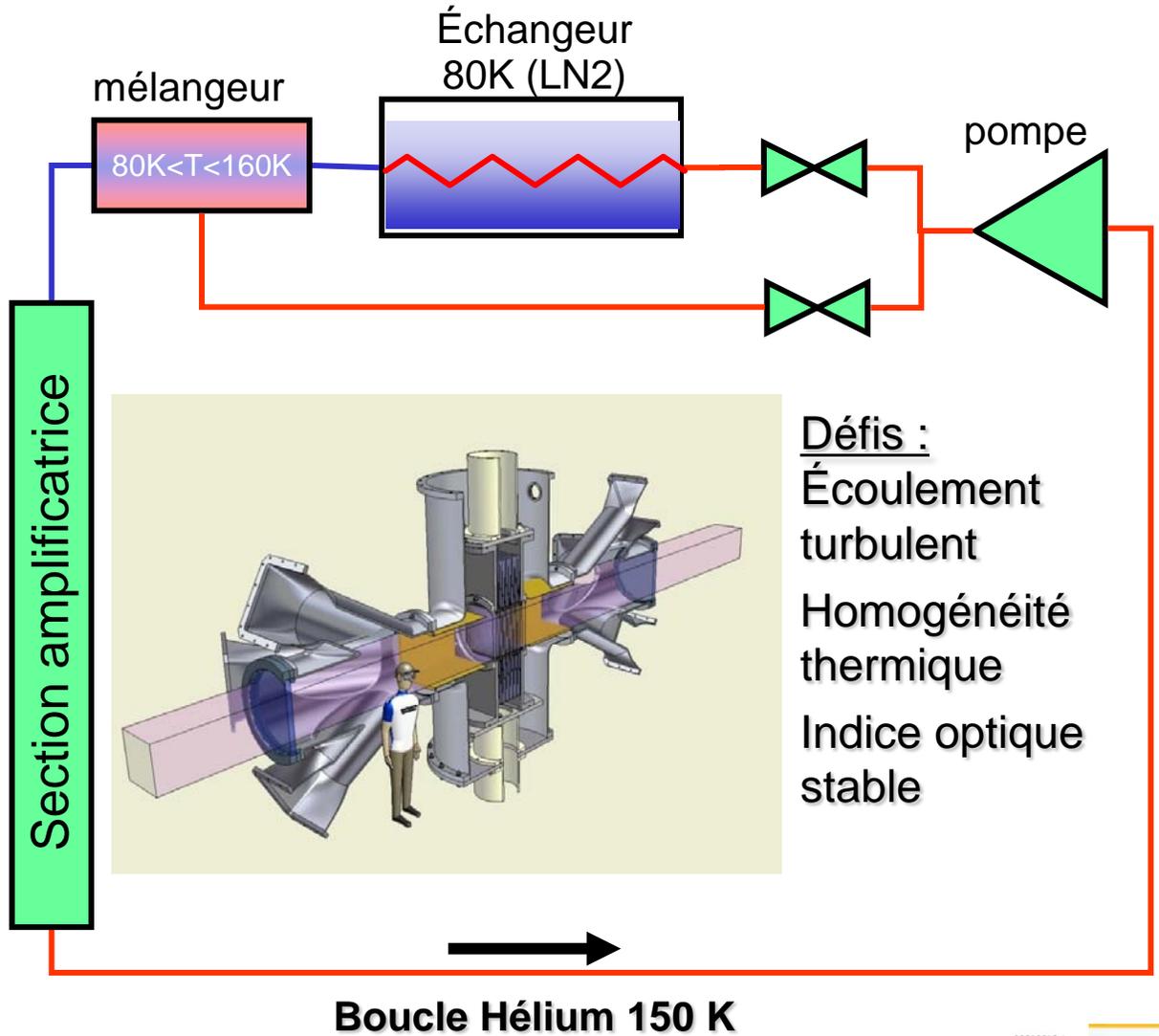


Objectif :

ELI est un projet de laser européen de forte puissance. Pour garantir ses performances, sa partie amplificatrice doit être refroidie à 150 K.

La simulation et le dimensionnement de ce système de refroidissement est l'objet de ce stage.

Profil de l'étudiant :
 Mécanique des fluides
 Transfert thermique
 Simulation numérique



Suivi de traceurs injectés dans de l'hélium liquide (normal et superfluide)

Turbulence cryogénique : les +

Hélium liquide : fluide le moins visqueux

Hélium superfluide : turbulence quantique

Gain en performance et compréhension



Turbulence cryogénique : les -

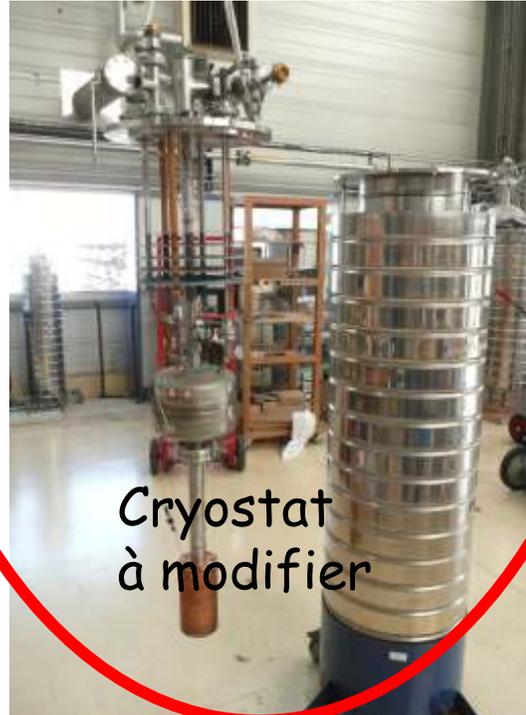
Environnement « hostile »

Peu de capteurs disponibles

développement de visualisation

Premiers tests à l'ambiante puis

Mise au point dans un cryostat dédié



Cryostat à modifier

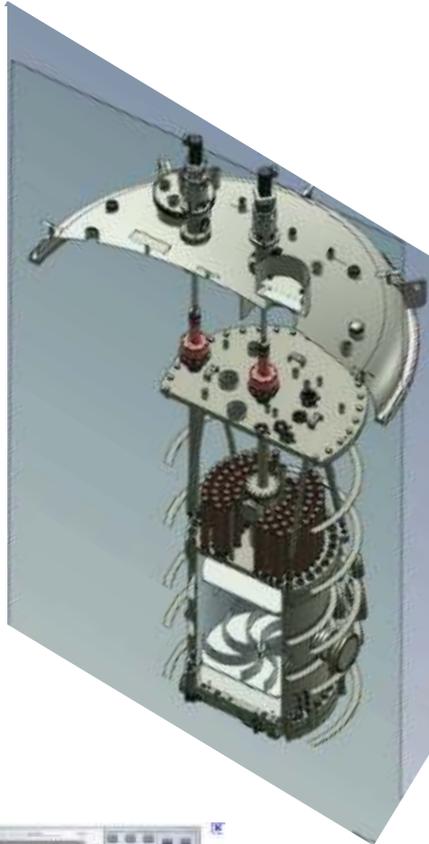
But final

Suivi de traceurs dans SHREK

Cryostat : 4 tonnes, H=3 m
(2000 l de superfluide)



Proposition de stage



Travail à effectuer

1- Dimensionnement du système

- mécanisme du lâcher de billes et de l'injection de bulles
- adaptation du cryostat aux mesures optiques et acoustiques

2 - Suivi de fabrication

3 - Montage

4 - Validation expérimentale du fonctionnement

- Mesures des vitesses limites en chute libre des billes
- Mesures des vitesses ascensionnelles des bulles

Support

Bureau d'étude (pour le dimensionnement / fabrication)

Expertises du CEA/SBT et du LEGI (mise en œuvre expérimentale)

Profil souhaité

mécanique / mécanique des fluides / thermique

instrumentation / traitement du signal

Intérêt marqué pour la mise en œuvre expérimentale

Poursuite en thèse possible

Etude des entrées de chaleur accidentelles dans les systèmes cryogéniques

Contexte général:

Utilisation de l'hélium supercritique pour le refroidissement de composants dans les grands dispositifs cryogéniques tels qu'ITER

- Fiabiliser la sécurité de fonctionnement des systèmes cryogéniques
- Garantir la sécurité des personnes

Travail à réaliser:

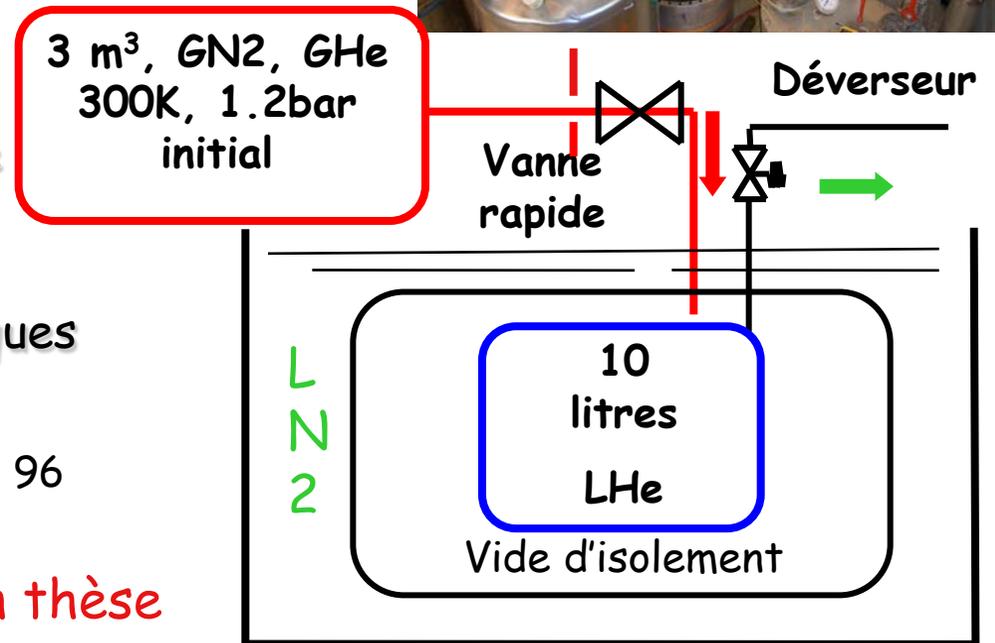
Détermination du flux de chaleur W déposé sur les parois d'un réservoir en hélium lors de la rupture brutale du vide d'isolement.

Donnée fondamentale pour dimensionner les organes de sécurité tels que soupapes et disques de rupture.

Contact:

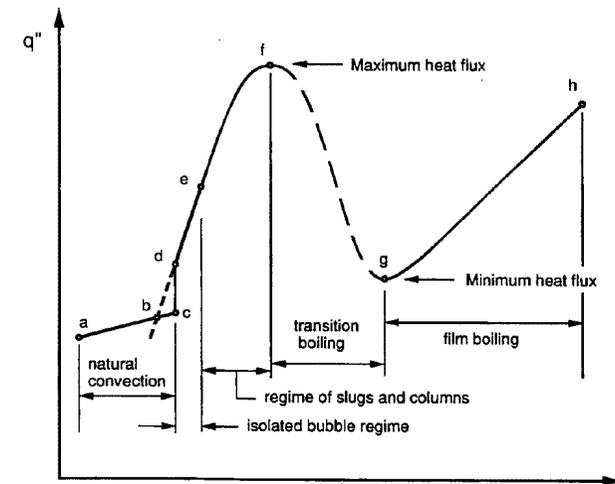
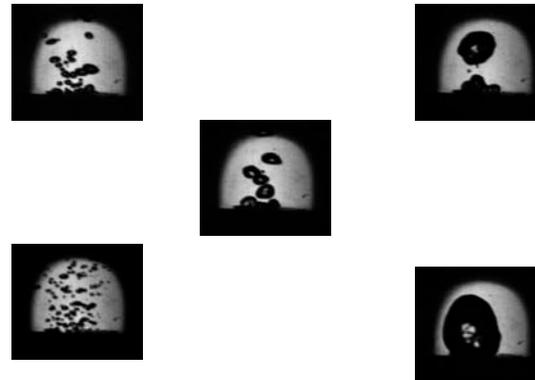
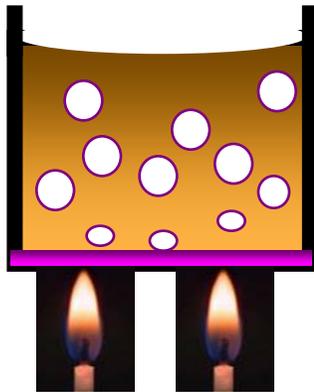
Eric ERCOLANI 04 38 78 58 96
eric.ercolani@cea.fr

Pas de prolongation en thèse



Mesure des transferts thermiques dans l'hydrogène liquide en microgravité

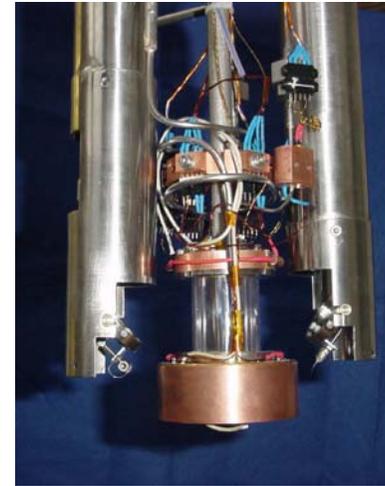
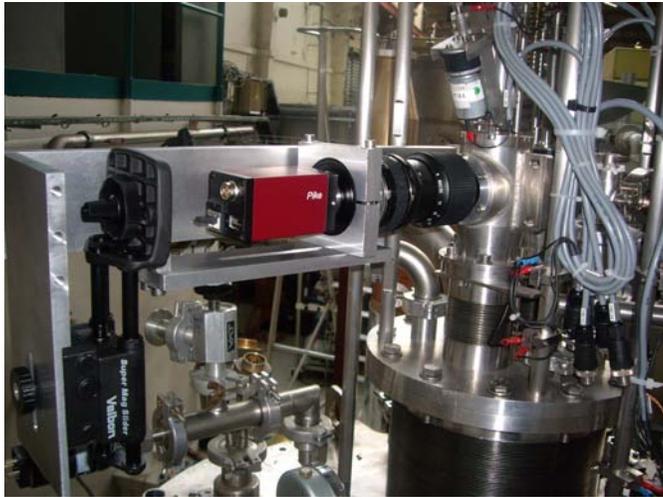
Objectif : Mesurer les transferts thermiques en régime d'ébullition nucléée et en film dans l'hydrogène liquide pour diverses valeurs de gravité. La gravité est compensée par un champ magnétique produit par une bobine résistive de 24MW.



Courbe de NIKUYAMA

Mesure des transferts thermiques dans l'hydrogène liquide en microgravité

Moyens : Les mesures sont réalisées dans une cellule de diamètre 30mm et hauteur 50mm située dans un cryostat. Les phénomènes sont observés avec des endoscopes. La bobine de champ est au LNCMI du CNRS.



Travail demandé : Assembler la cellule expérimentale, réaliser le câblage électrique et les tests sous vide, organiser les expériences au LNCMI et rédiger un rapport d'expérience.

Confinement Inertiel des Grandes Cavités

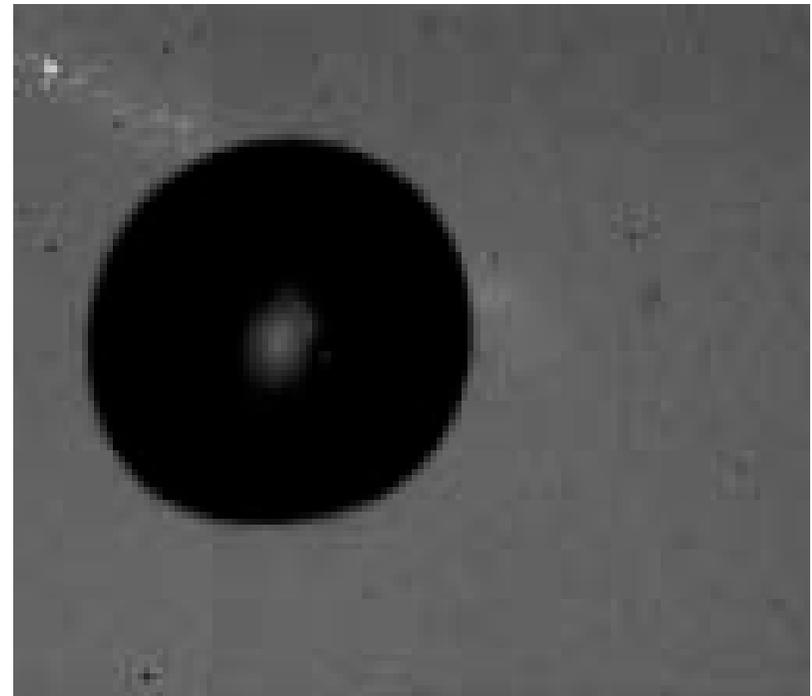
Bulle H₂ dans O₂ liquide en microgravité

H₂ (vap) + O₂ (vap) → H₂O (liq)

*Effondrement d'une cavité (presque) vide
(Cavitation, Sonoluminescence, ...)*

Observation directe possible grâce

- *Grandes dimensions (qq cm)*
- *Temps long (1 ms)*



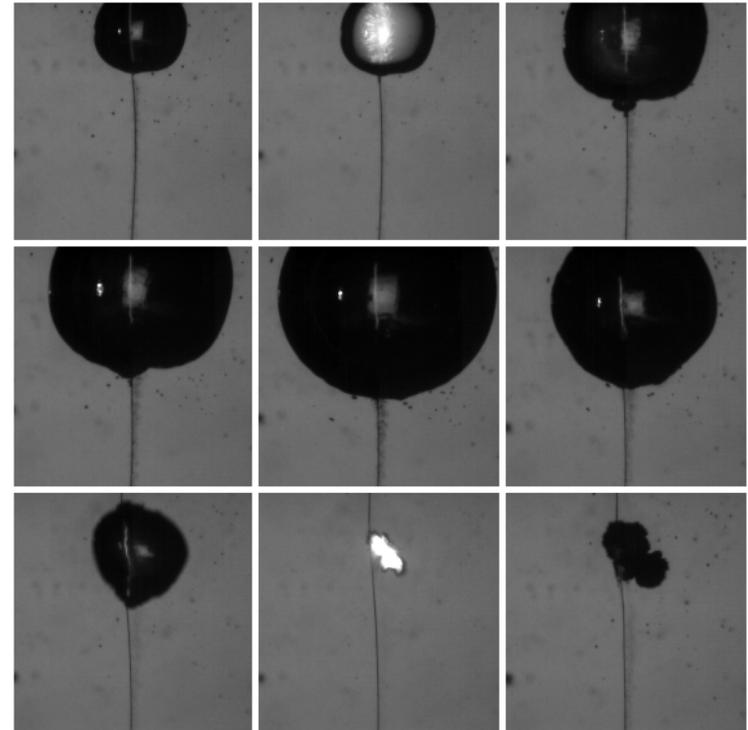
Confinement Inertiel des Grandes Cavités

- *Dynamique et Stabilité de l'interface*

- *Efficacité de la compression*

- *Estimation de la température finale*

($T > 25\ 000\ K$ dans des expériences préliminaires en eau)



Etude optique d'un film de mouillage oscillant

Contexte: Programme de recherche expérimentale et théorique mené à l'INAC/SBT en collaboration avec le PSA Peugeot-Citroën, LETh/LITEN



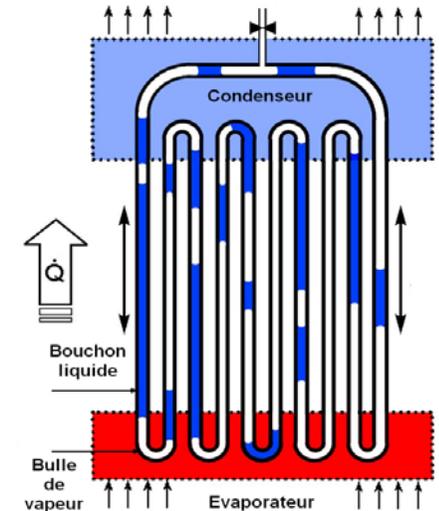
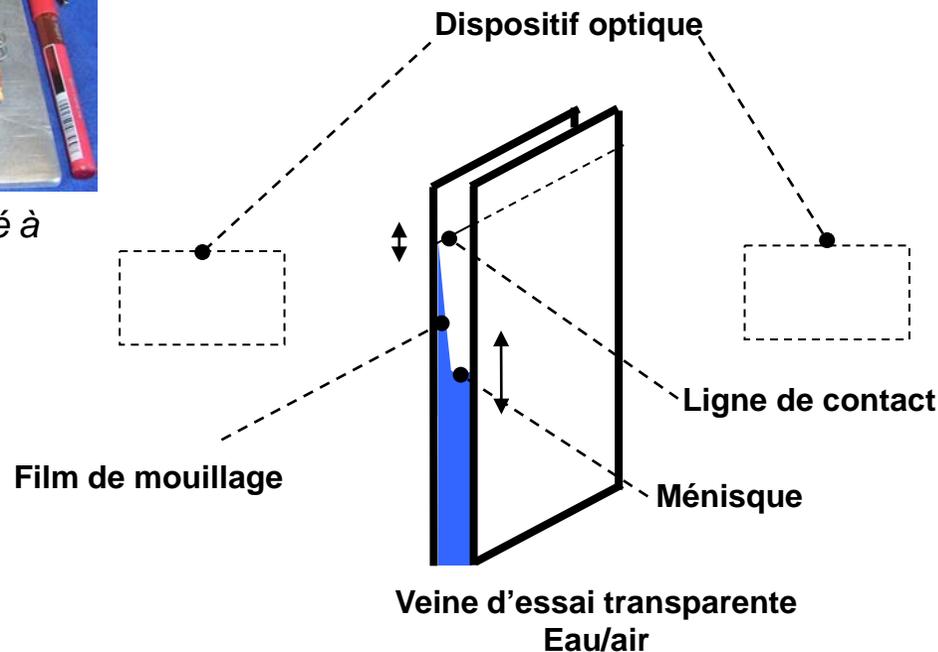
Caloduc oscillant développé à l'INAC/SBT

Travail à réaliser :

- Mise au point du dispositif optique (ombre de grille)
- Traitement d'image pour obtenir la dynamique du ménisque et de la ligne de contact

Caloduc oscillant:

- ⇒ Un lien thermique très simple entre une partie chaude à refroidir et une partie froide
- ⇒ Encore mal compris (pas de modèle de dimensionnement)
- ⇒ Besoin de recherche (modélisation, expériences support)
- ⇒ Phénomène physique clef : la dynamique du film de mouillage



Principe : oscillations auto entretenues de bouchons de liquide et de bulles de vapeur

Contacts :

Eric ERCOLANI / 04 38 78 58 96 /

Eric.ercolani@cea.fr

Philippe GULLY / 04 38 78 32 40 /

philippe.gully@cea.fr

Vadim NIKOLAYEV / 01 40 79 58 26 /

vadim.nikolayev@espci.fr