

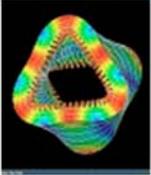


SYRTIPE

*SY*stèmes de *R*efroidissement *T*hermique *I*ntelligent *P*our l'*E*lectronique



Refroidissement
diphase par pompage
capillaire (vue infra
rouge)



CITAMPE PR09-3.1.3-2

Contrôle et Intensification des Transferts de chaleur et de masse par Auto-adaptation de la Morphologie des Parois d'Echange



Coordonnateur : Laboratoire PLAsma et Conversion d'Energie (LAPLACE/GREPHE), Toulouse

Les partenaires :

Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels (IUSTI), Marseille

Laboratoire PLAsma et Conversion d'Energie (LAPLACE/GREM3), Toulouse

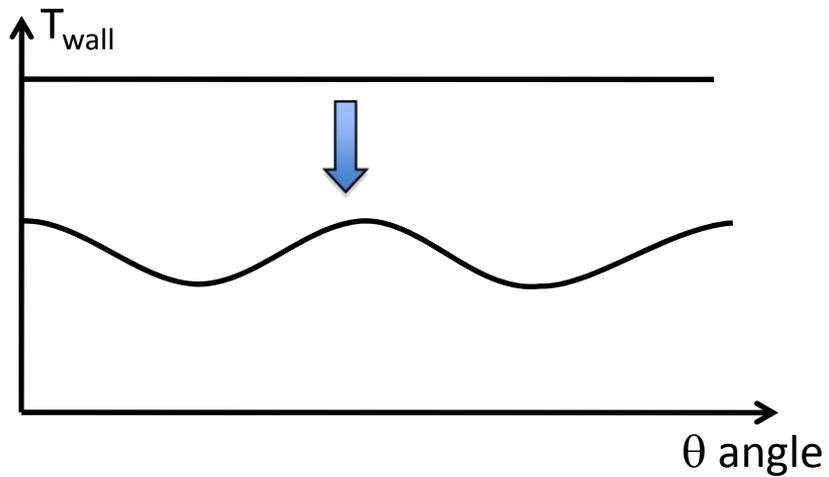
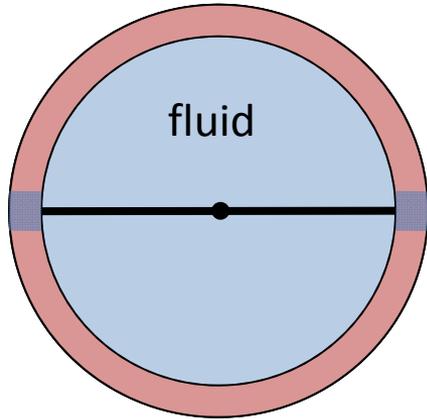
2 thèses en cours : Laëtitia LEAL et Mounir AMOKRANE

2 post docs: Benjamin PIAUD (2010) + Arnaud BAYSSE (03/2011 à 02/2012)

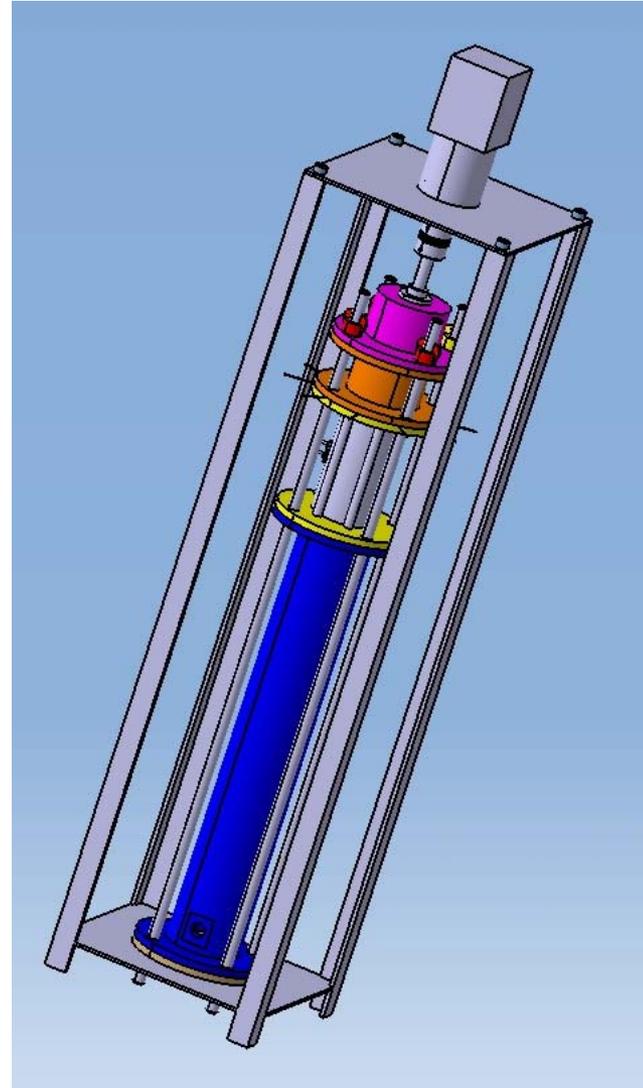
Le projet CITAMPE/SYRTIPE:

- Intensification***
- Contrôle***
- Intégration***
- Autonomie***

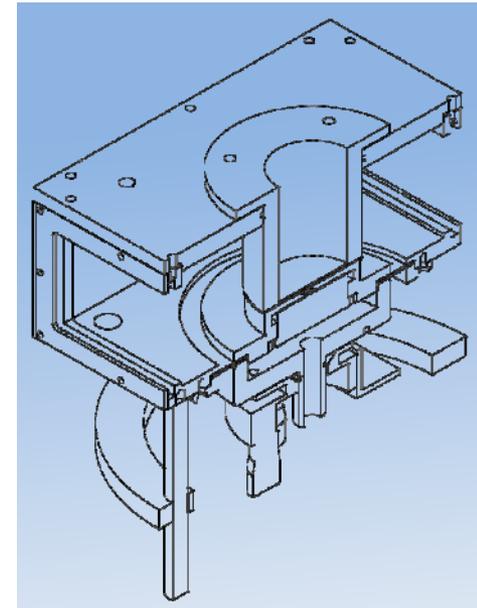
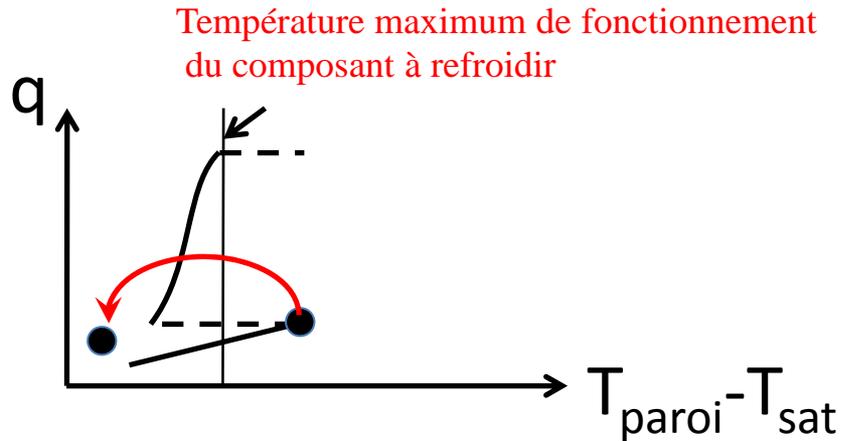
Perturbation de la couche limite par action mécanique



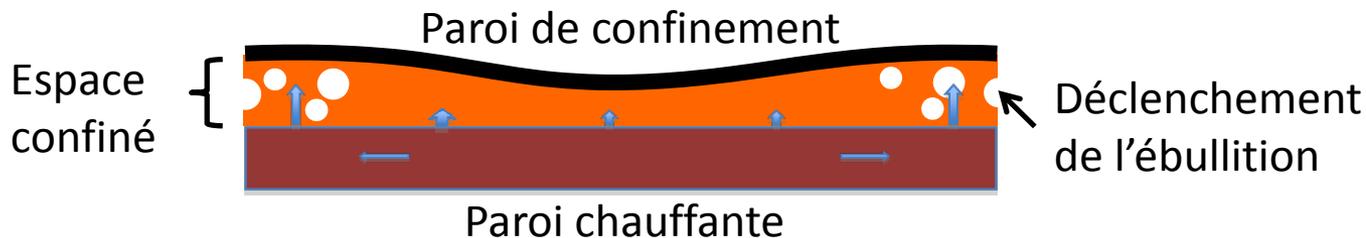
Diminution de l'épaisseur de la couche limite \Leftrightarrow intensification des transferts de chaleur



Déclenchement de l'ébullition en espace confiné par déformation de la paroi de confinement

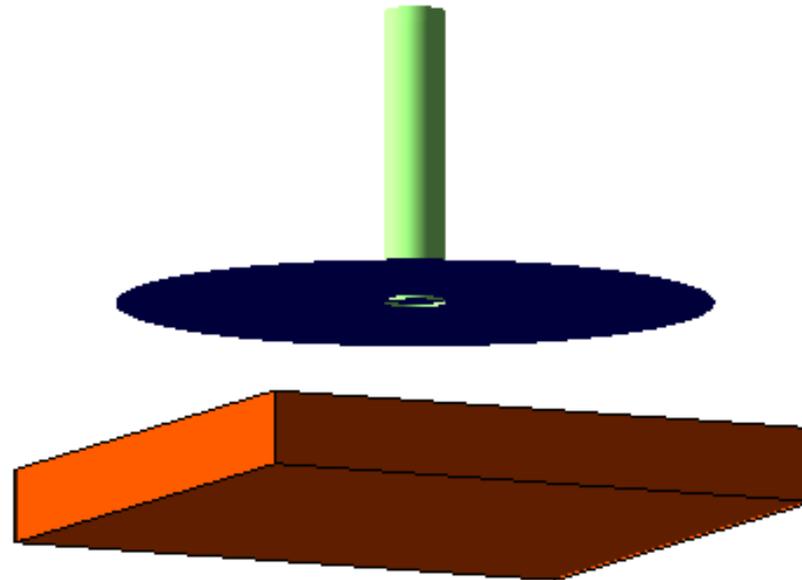


Dispositif en cours de réalisation

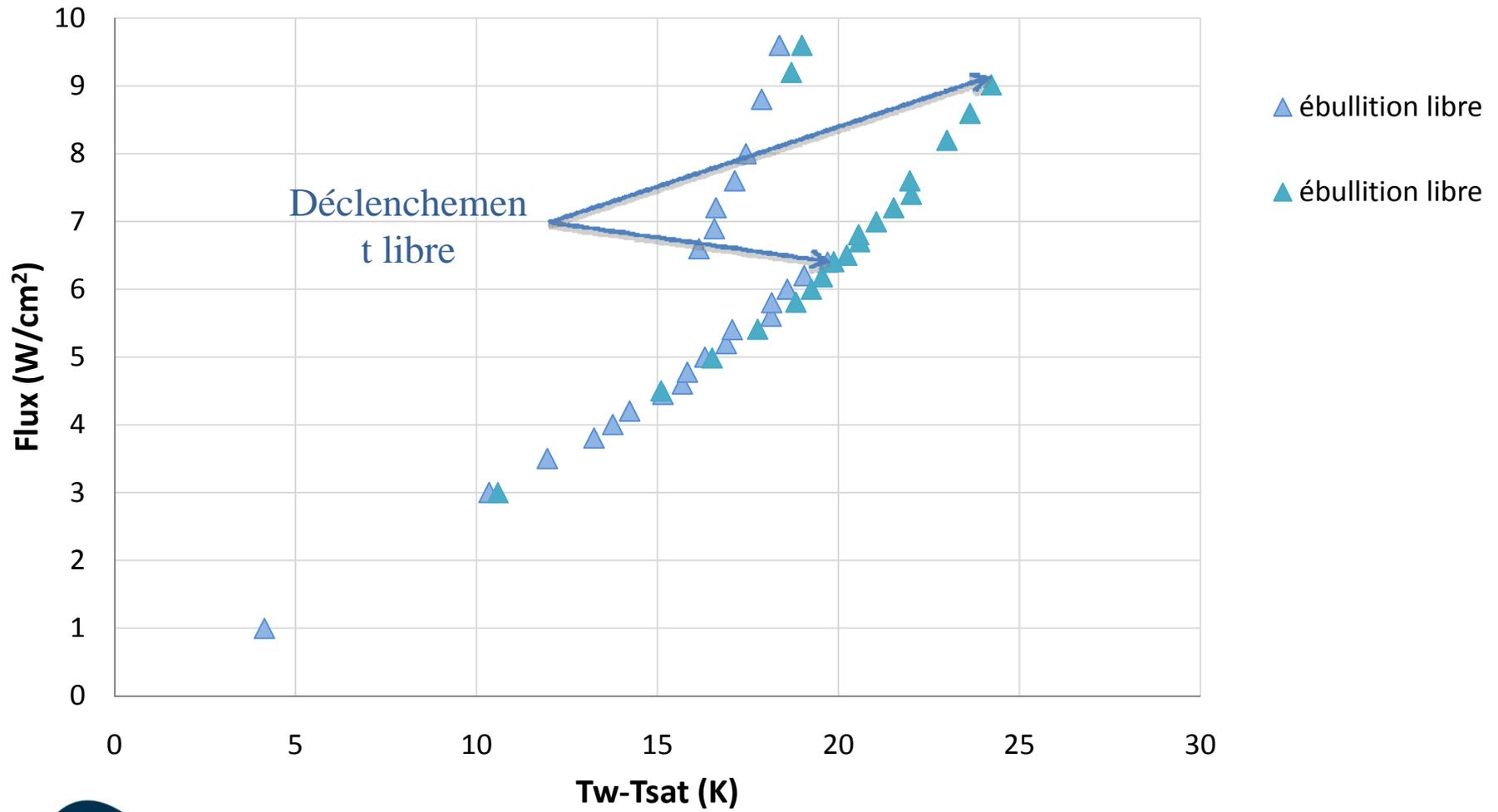


Déformation dynamique de la paroi de confinement dépression ⇔ ébullition flash

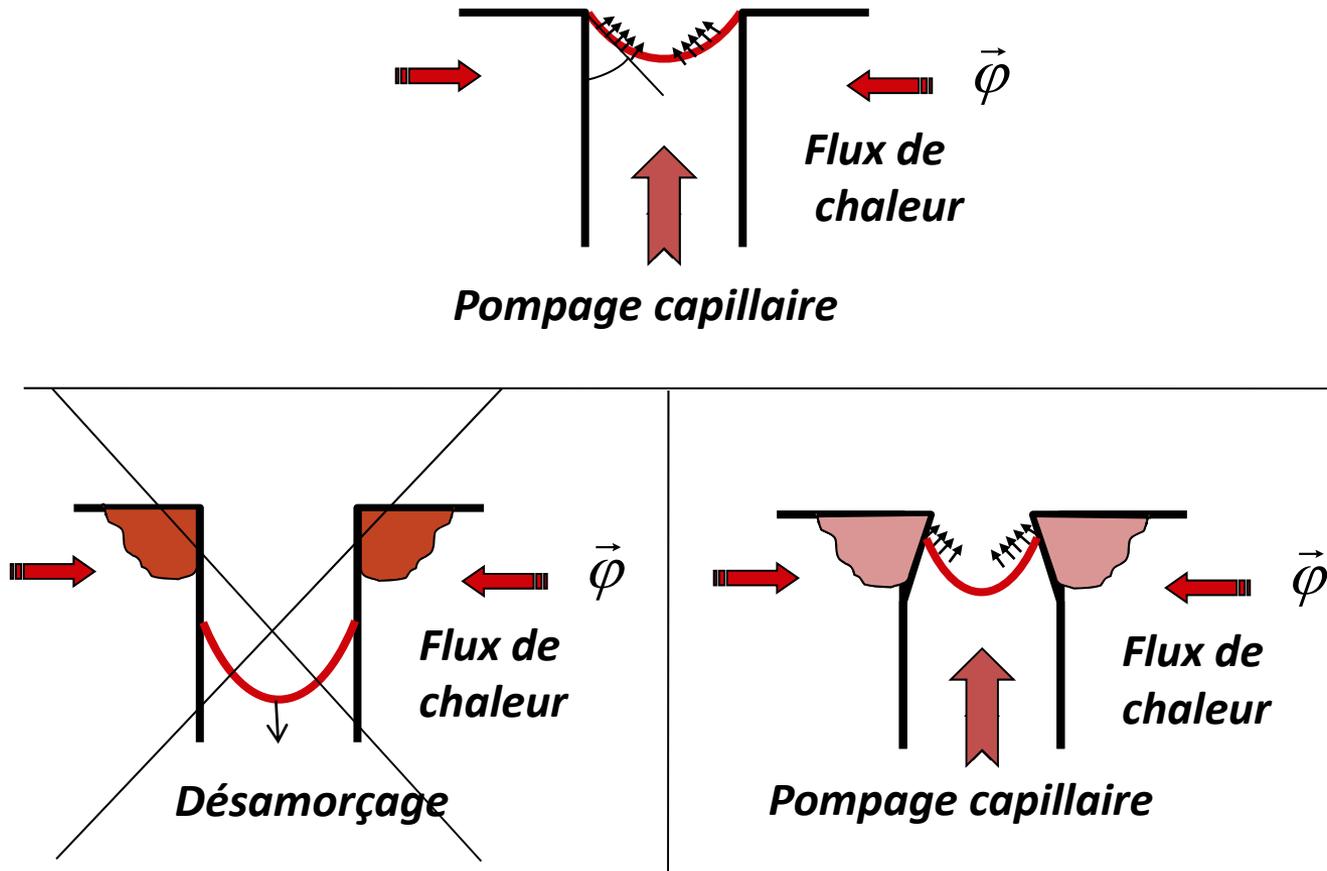
Principe de l'expérience



Résultats expérimentaux



Contrôle passif ou actif des dimensions caractéristiques



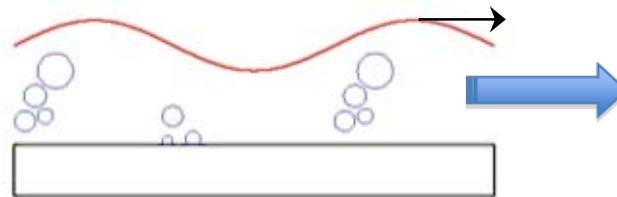
Contrôle des dimensions caractéristiques pour éviter le désamorçage

⇔ Alliage à Mémoire de Forme ou solutions électroactives

*Déformation dynamique de la paroi pour générer
un écoulement et promouvoir l'ébullition*



Onde progressive \Leftrightarrow pompage péristaltique

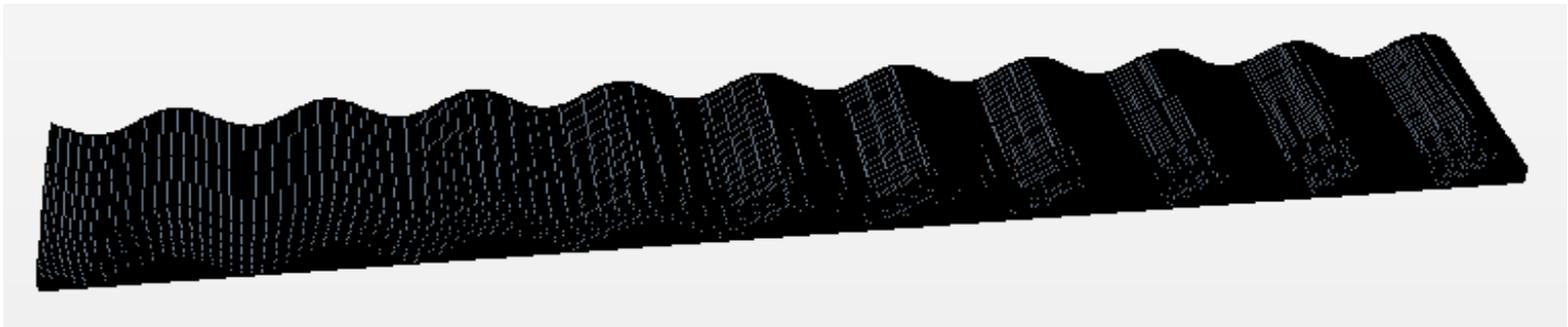
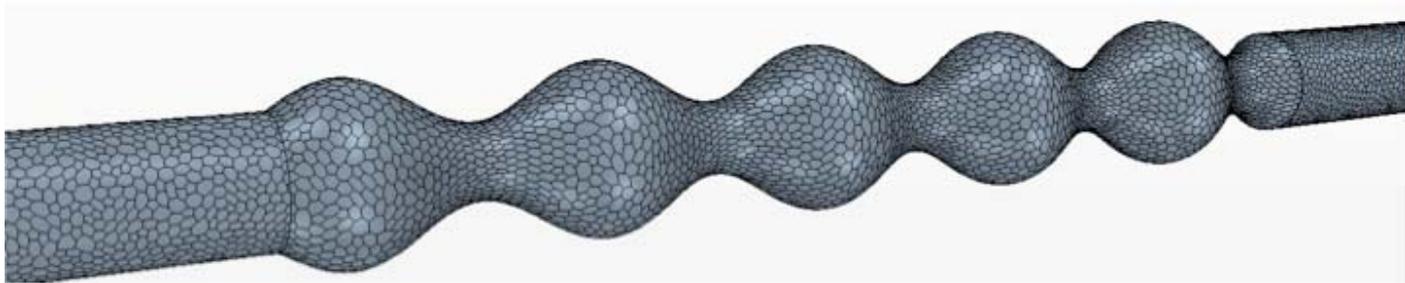


*Intensification des transferts avec ébullition
(cinétique d'ébullition plus rapide que celle de condensation)*

Démonstrateur d'échangeur actif « intelligent »

Objectif final: Echangeur de chaleur « compact » et « intelligent »

Récupération, Activation, Intensification, Diagnostic et Contrôle, Pompage intégré ...



Canal plan, surface déformée par une onde progressive sinusoïdale

$$A(\mathbf{x}, t) = A_0 \sin(\omega t - \mathbf{k} \cdot \mathbf{x} + \varphi) \quad A_0 \text{ Amplitude, } \Omega \text{ Pulsation}(2 \pi f), k \text{ Nombre d'onde}$$

Canal : 100 mm long, 30 mm large, 0.3, 1 et 3 mm épaisseur

Ecoulement laminaire, Chauffage par le bas (parois fixe à flux constant)

Différence de pression entrée sortie 50 Pa

Fréquence parois : 1 à 50 Hz

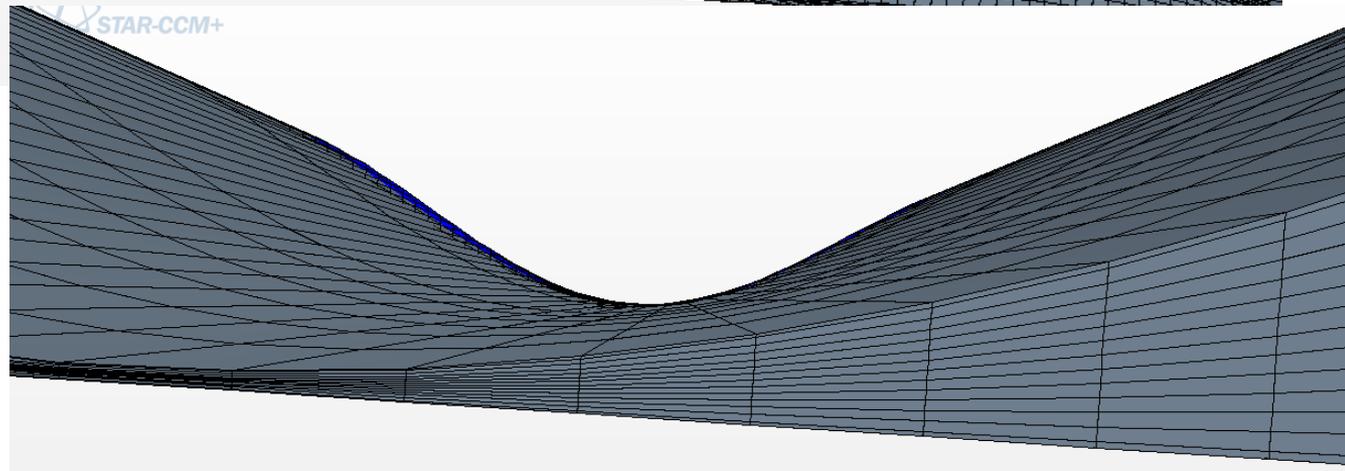
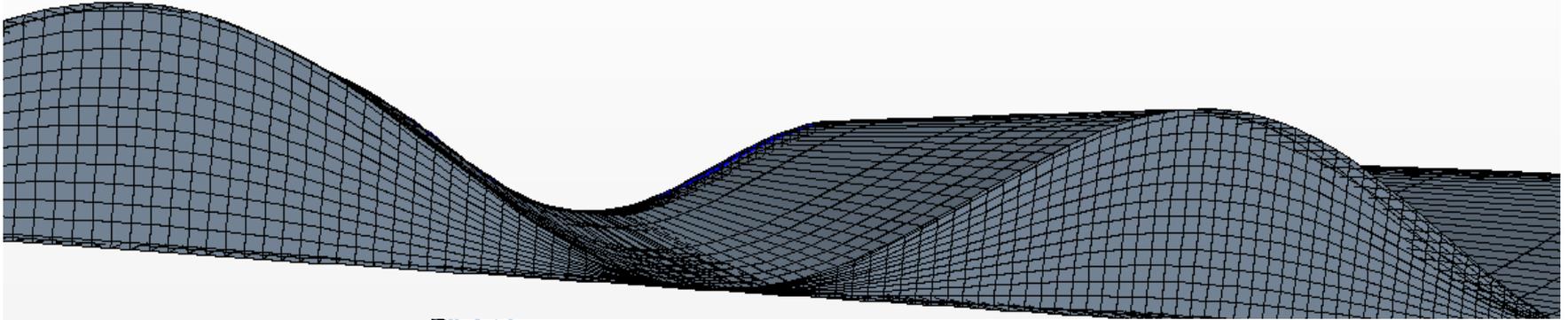
Amplitude de l'onde 5 à 98,5 % de l'épaisseur

5, 10 et 20 sinusoïdes sur la longueur ($k=50, 100, 200$ (*2 π))

→ Vitesse de phase variable en fonction de f et k : $c = \omega/k$

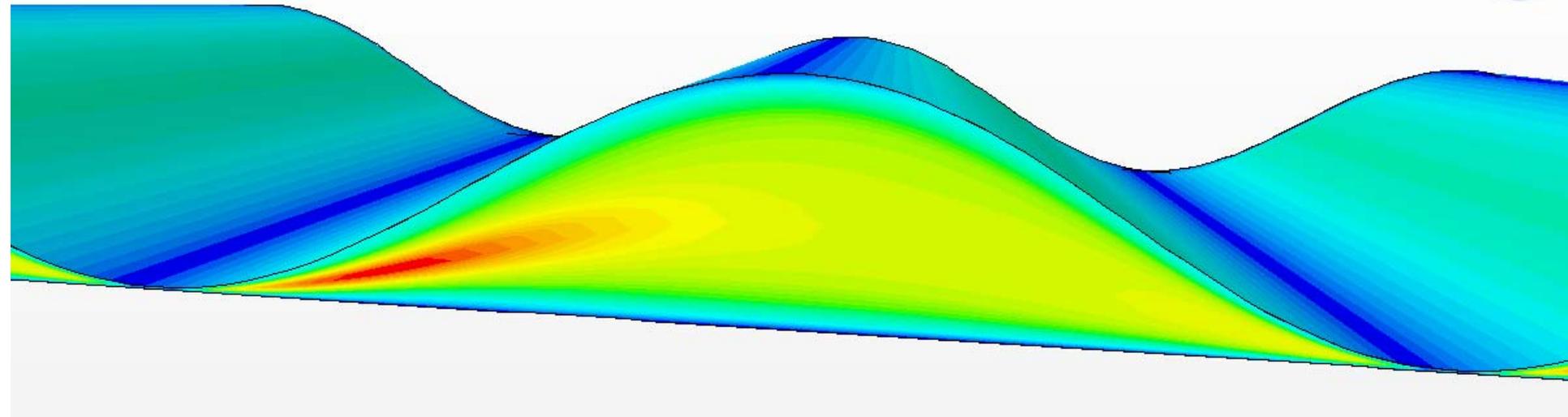


Maillage Mobile

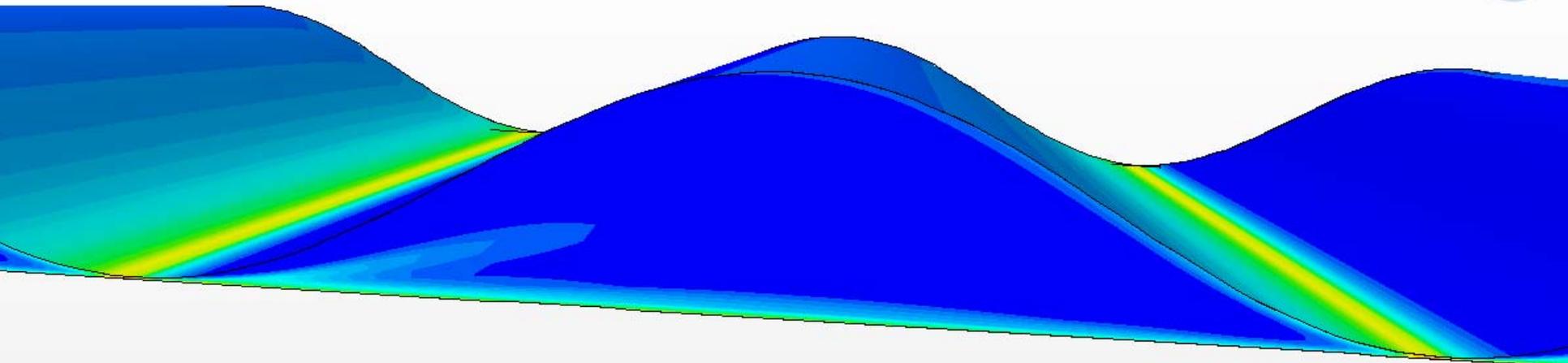


~75 000 mailles, (20 dans l'épaisseur et 10 dans la largeur)
Résolution Navier-Stokes + Bilan Energie sur maillage mobile
en grande déformation : Starccm+

Champ de vitesse



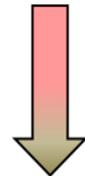
Champ de Température



■ Récupération d'énergie

- Deux solutions sont possibles, à partir d'une source de chaleur:

- Conversion directe de l'énergie thermique (chaleur) en énergie électrique.
- Conversion thermoélectrique (effet Seebeck)
 - Couple thermoélectrique
 - Nécessite deux sources de chaleurs
 - Gradient de température
- Conversion pyroélectrique:
 - Matériaux à caractère polaire
 - Variation temporelle de la température



Matériau pyroélectrique

■ Calcul Analytique d'énergie récupérable

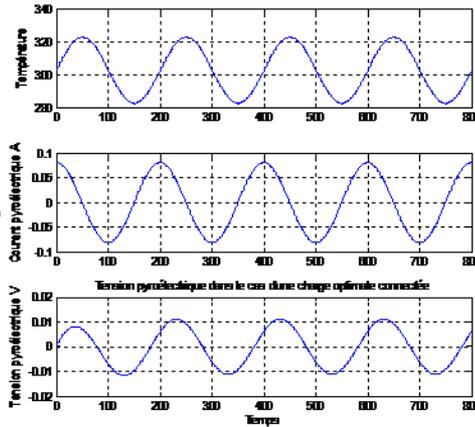
- Début de réponse

Pyroélectricité

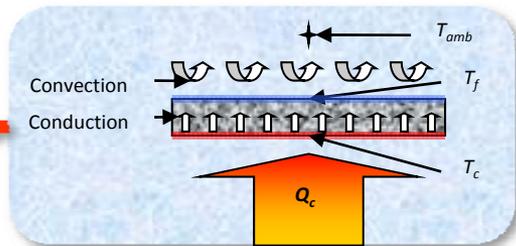
Matériau pyroélectrique soumis à une variation de température

$$I_{pyro} = p \cdot S \cdot \frac{dT}{dt}$$

Dépendance temporelle



Thermoélectricité



$$T_f = \frac{\lambda \cdot T_c + h \cdot T_{amb}}{h + \frac{\lambda}{e}}$$

$$P_{thermo} = \frac{\alpha^2 \cdot \Delta\theta^2}{2 \cdot \rho \cdot e^2} = \frac{\alpha^2 \cdot (T_c - T_f)^2}{2 \cdot \rho \cdot e^2} \cdot v$$

Dépendance spatiale

$$\Delta V = \alpha (T_h - T_c)$$

Coefficient Seebeck du couple thermoélectrique

***Intégration, contrôle et intensification:
Une solution technologique commune ?***