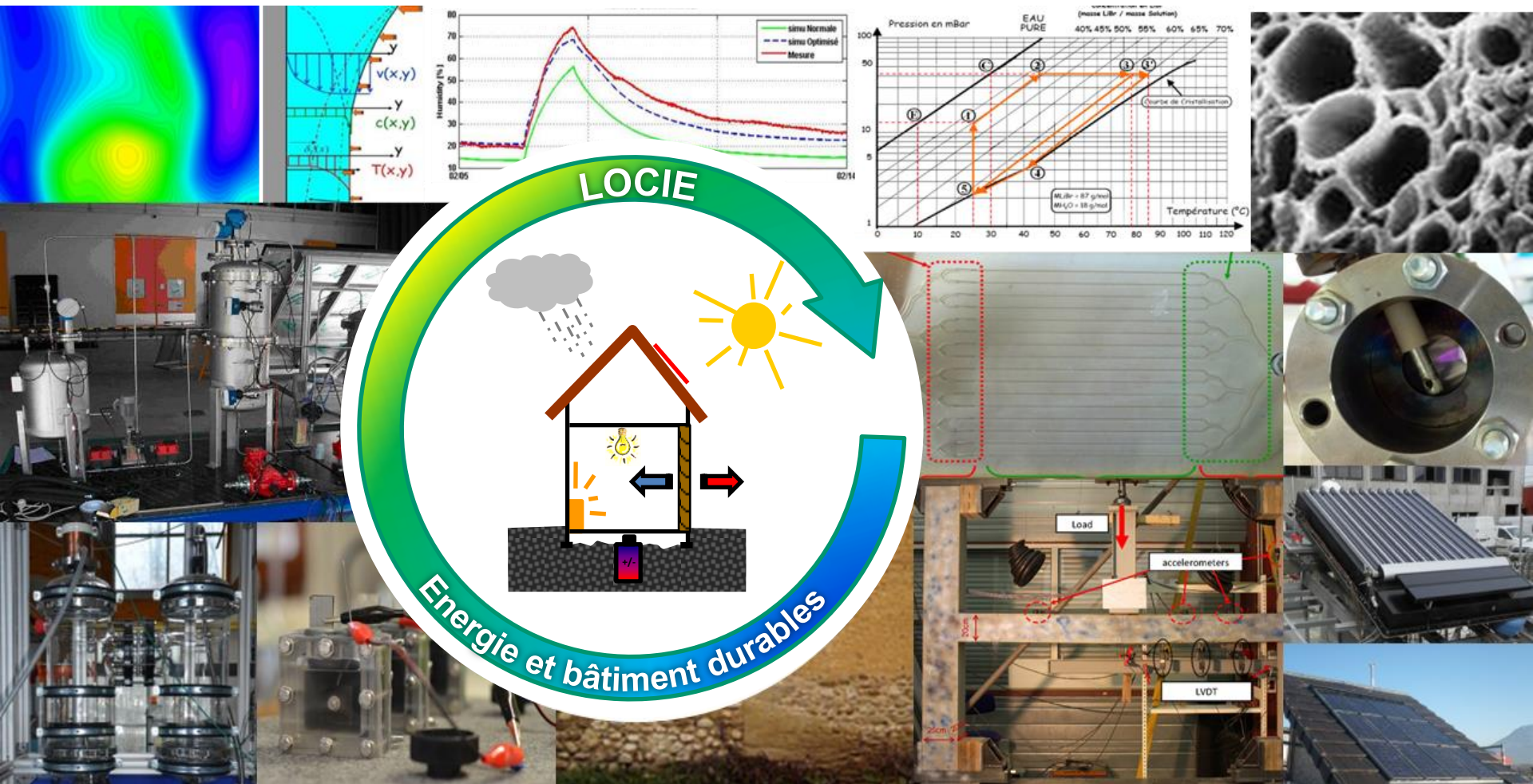


Evaporateurs à films ruisselants pour machines à absorption

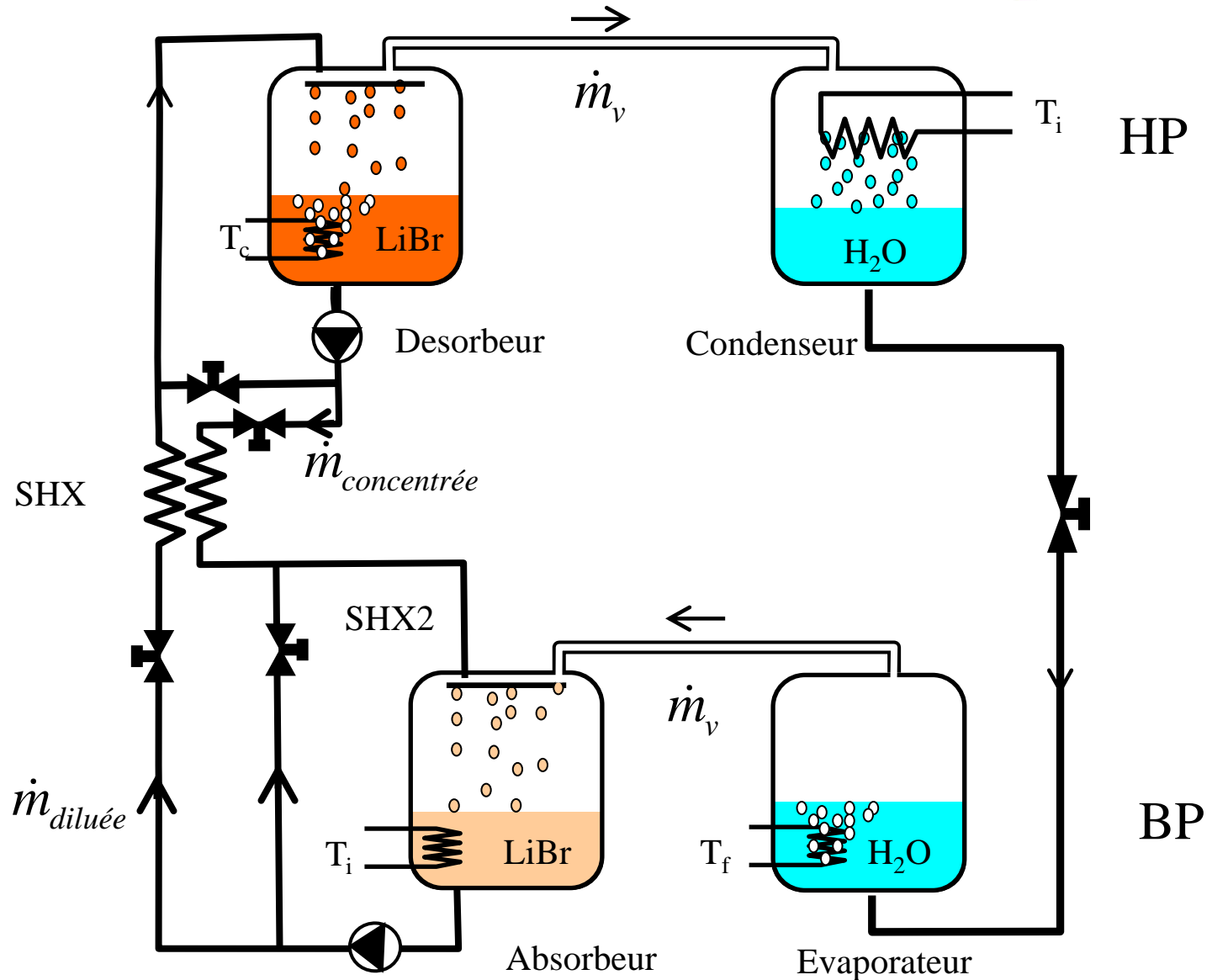
Travail réalisé par I. Kipper et A. Altamirano en partenariat avec l'ILM (S. Ramos Canut) dans le cadre de l'ANR ECOSS avec le soutien de l'ARC énergie



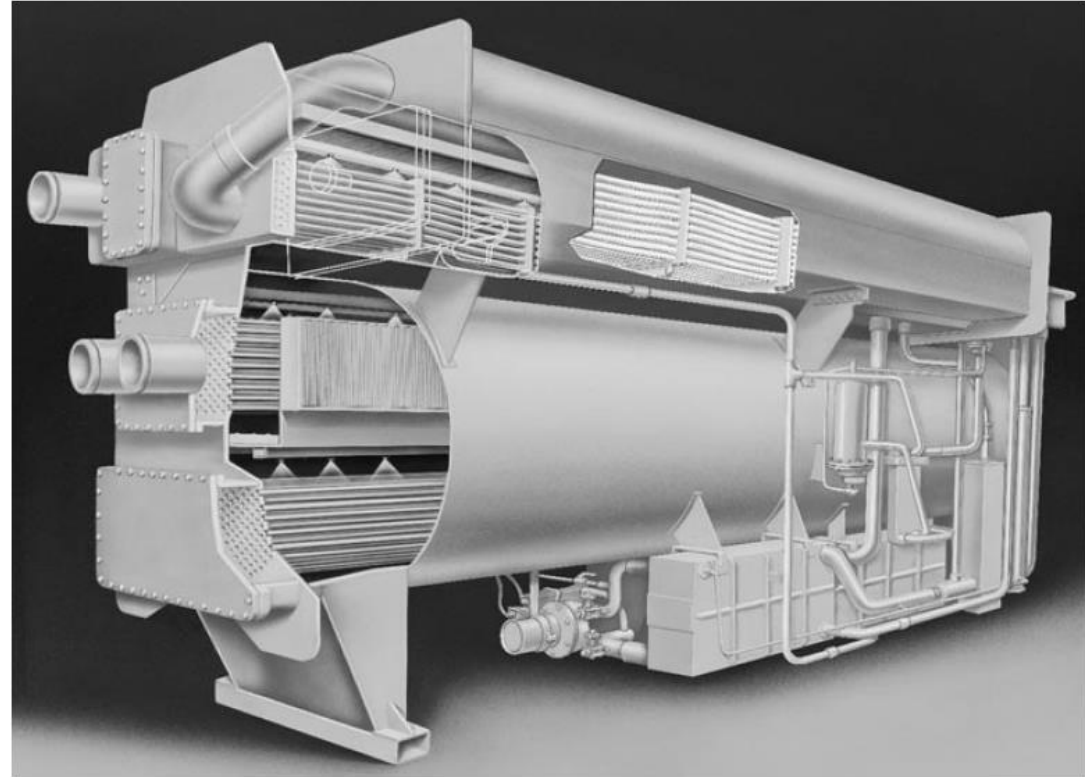
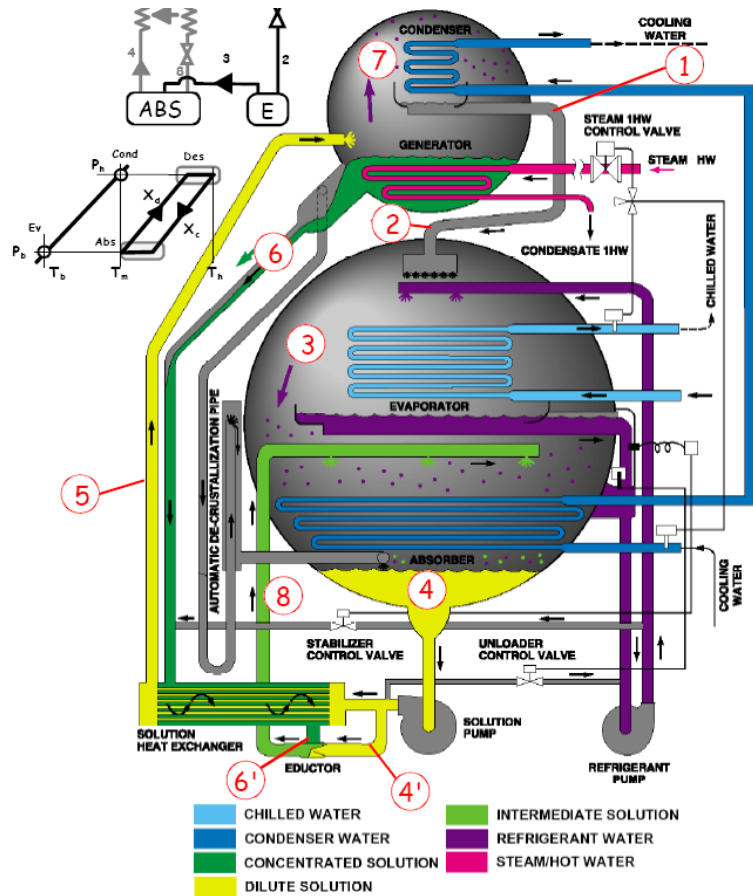
$$COP_{th} = \frac{Q_f}{Q_c}$$

$$COP_{elec} = \frac{Q_f}{Q_{elec}}$$

$$Q_f \approx \dot{m}_{abs} \Delta h_{lv}$$

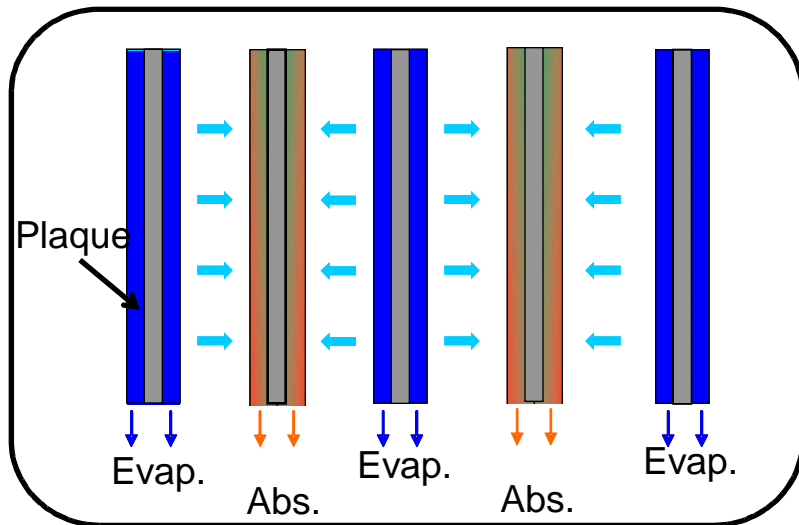


Introduction



Machine TRANE horizontale (100 – 1500 kW)

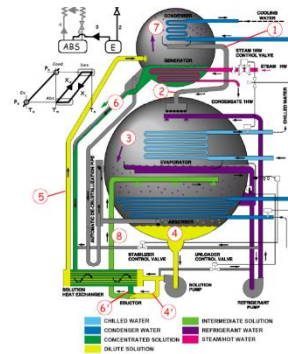
Echangeurs à plaque et films ruisselants



Evaporateur absorbeur à plaques et films ruisselants (régime laminaire ou à ondelettes)

Enjeux scientifiques et technologiques

Intensification des transferts de masse et de chaleur à débits et pertes de charges réduits



Applications potentielles

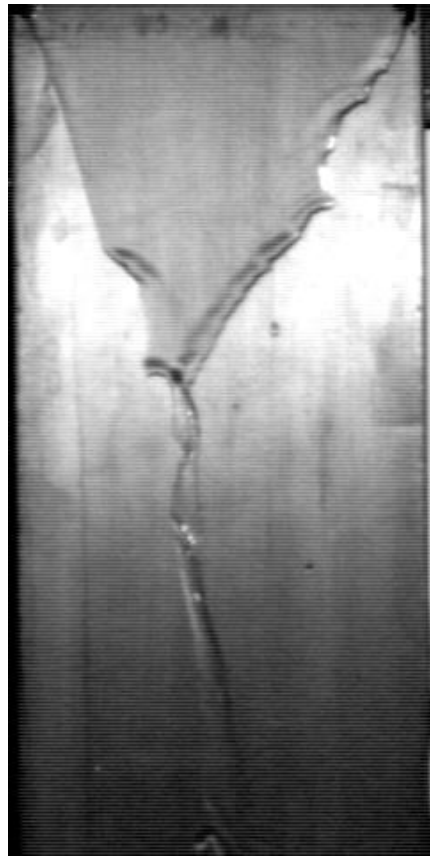
Froid solaire ; stockage énergie solaire inter-saisonnier ; transport énergie sur de longues distances

Blocages actuels

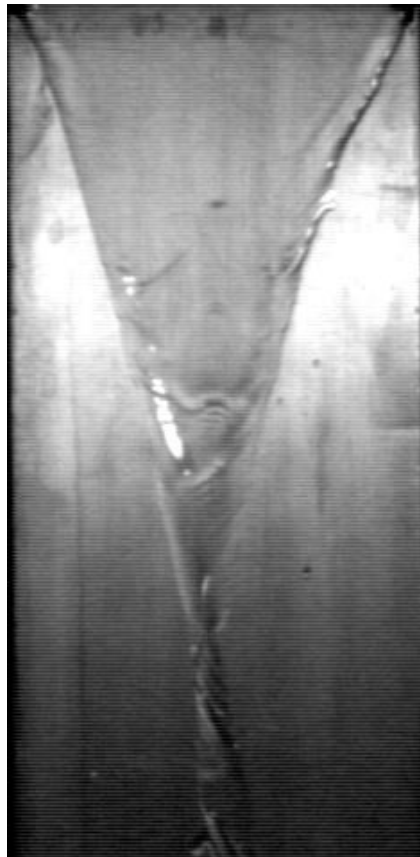
Machines volumineuses
Investissement et Coûts de fonctionnement importants

Objectifs

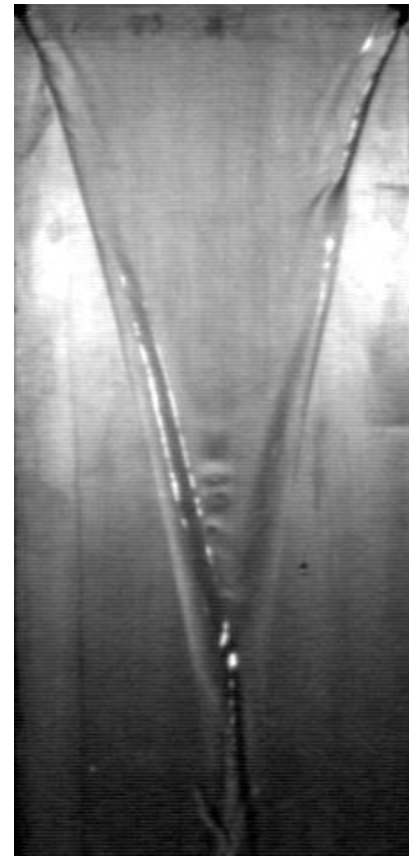
Développement de nouveaux concepts de machines à fortes compacité et efficacité (évaporateurs, absorbeurs, desorbeurs, condenseurs)



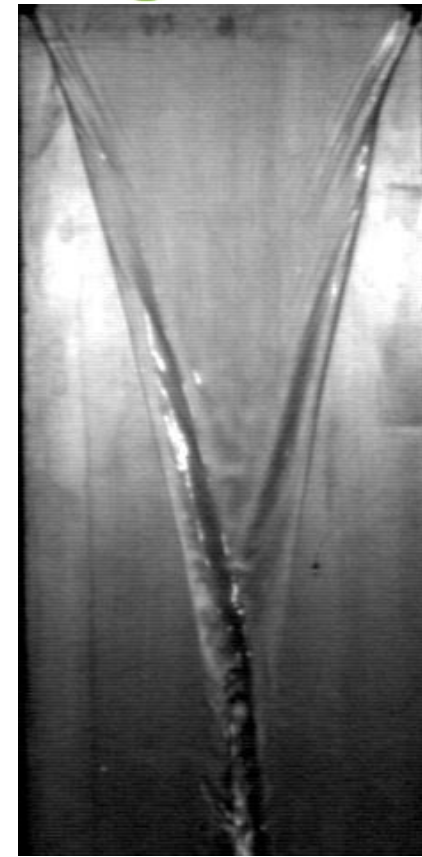
5l/h (Re = 55)



15l/h (Re = 166)



50l/h (Re = 555)



100l/h (Re = 1111)

Largeur de plaque : 10 cm

hauteur : 25 cm

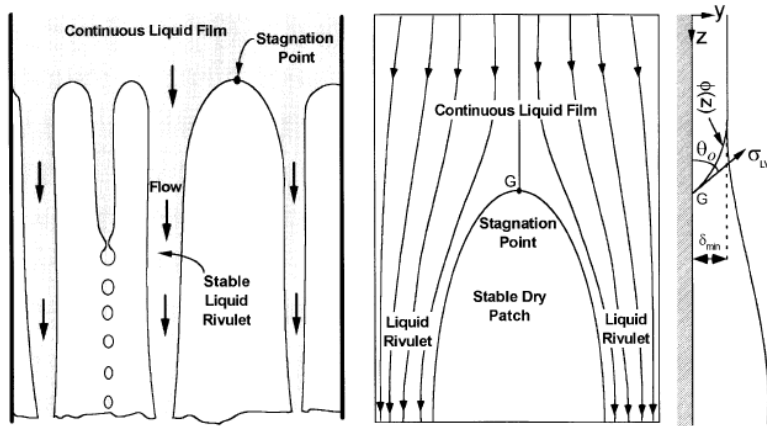
Fraction surfacique non mouillée importante – limitation des transferts

Limitation des tâches d'assèchement

Diminuer l'angle de contact
Evaporateur à mouillabilité exacerbée

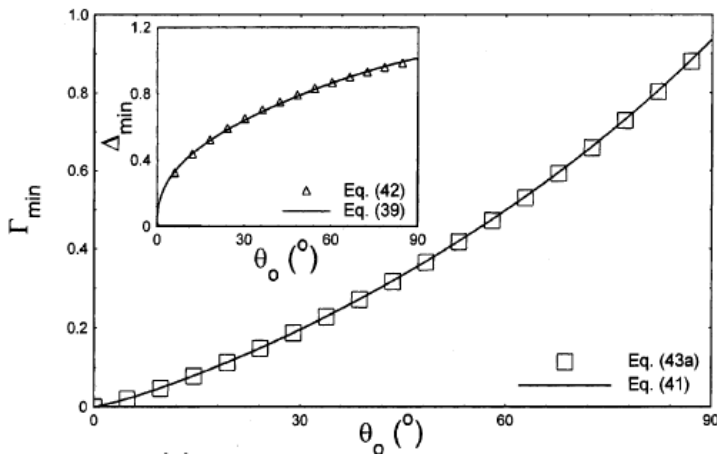
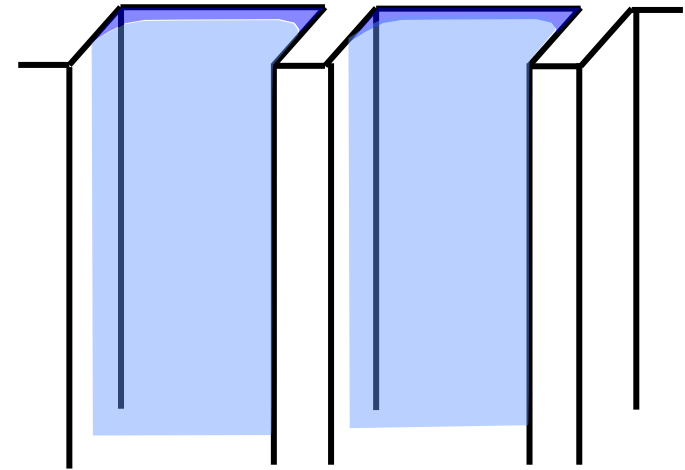
Jouer sur la tension de surface
Evaporateur à plaques rainurées

M.S. El-Genk, H.H. Saber / *International Journal of Heat and Mass Transfer* 44 (2001) 2809–2825

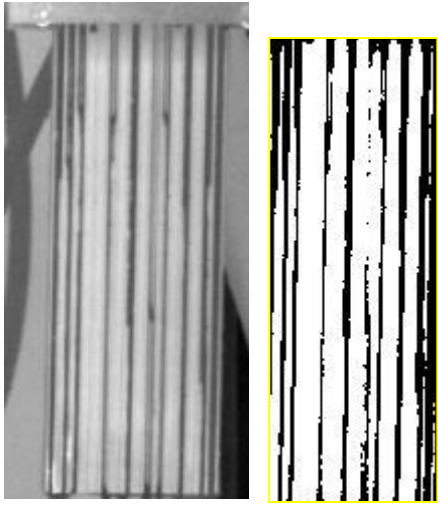


(a) Observed breakup of liquid film in a two-phase thermosyphon [3]

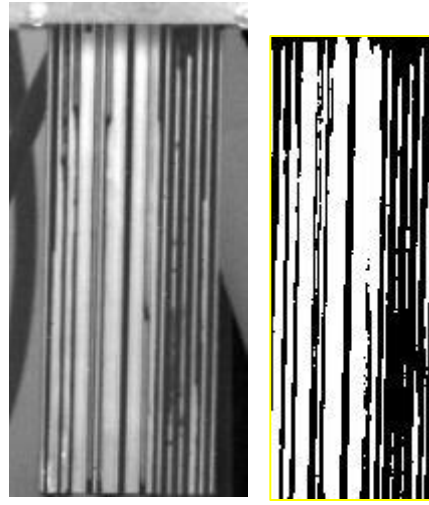
(b) A schematic of a stable dry patch



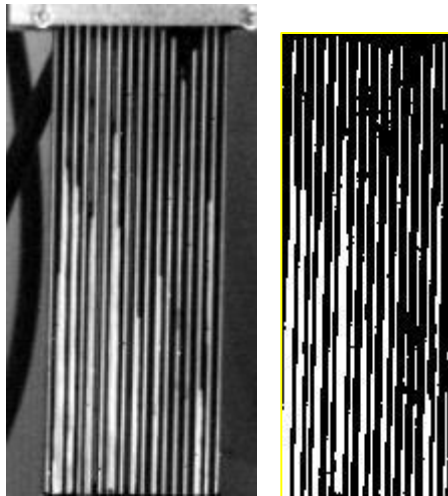
Evaporateur à plaques rainurées



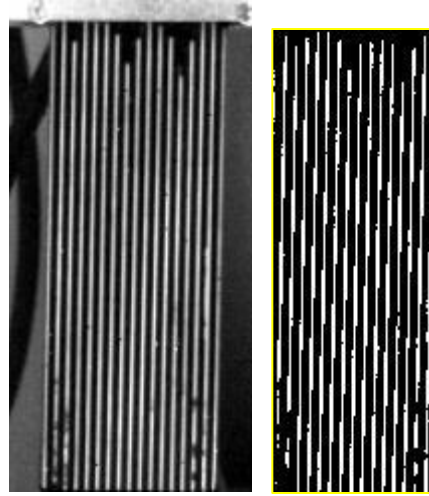
(a) $Q = 0.1\text{ l/min}$ ($Re = 66.6$)



(b) $Q = 0.4\text{ l/min}$ ($Re = 266.6$)



(c) $Q = 0.7\text{ l/min}$ ($Re = 466.6$)



(d) $Q = 1.2\text{ l/min}$ ($Re = 800$)

$$Bo = \frac{e}{L_{cap}} \ll 1$$

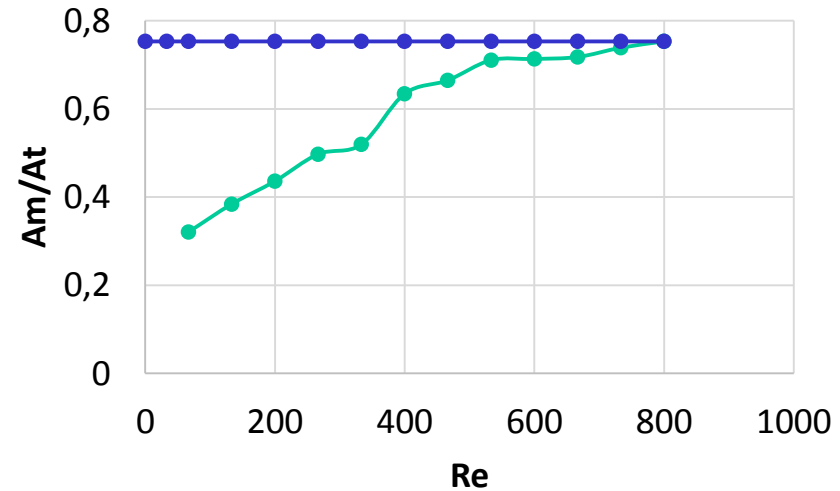
Pb de remplissage des rainures

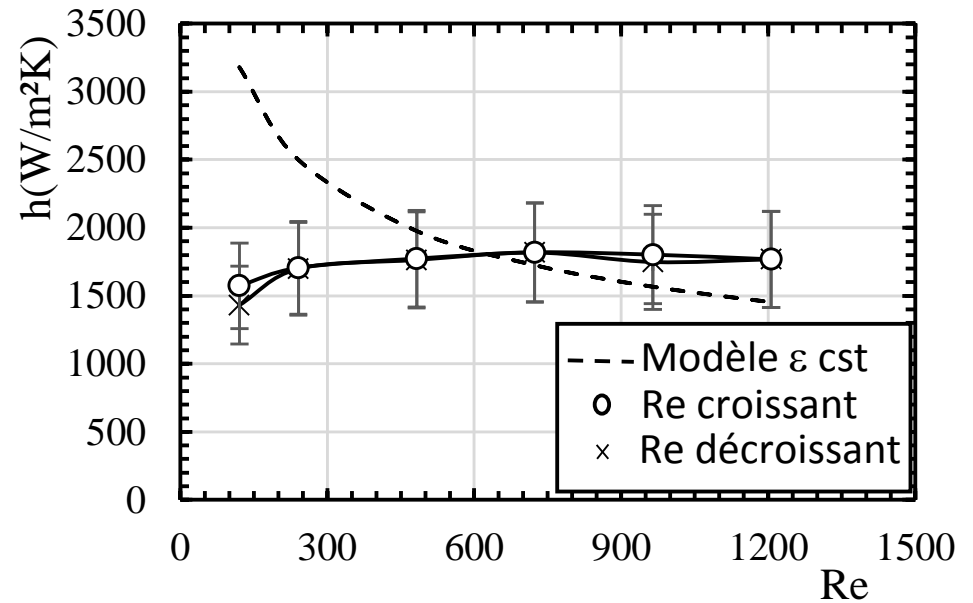
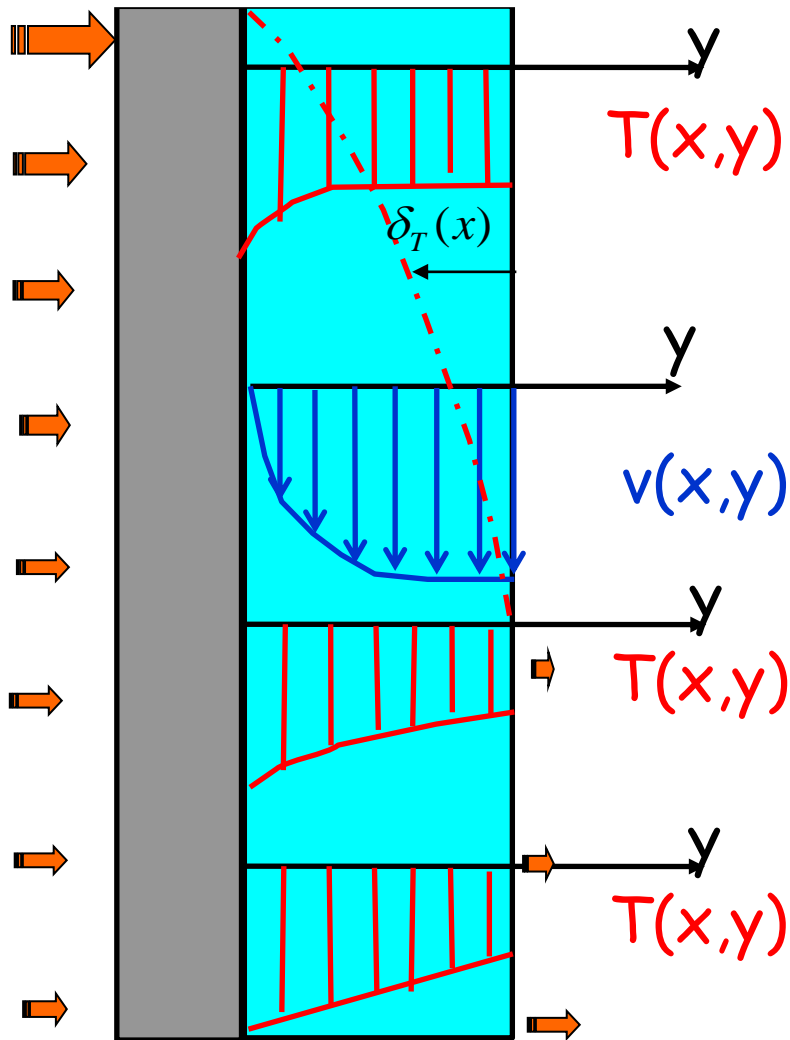
$$Bo = \frac{e}{L_{cap}} \gg 1$$

Effets de tension de surface négligeables

$$Bo = \frac{e}{L_{cap}} \approx 1$$

Bon compromis





Un procédé robuste

Transferts principalement localisés au niveau des lignes triple

Absence d'instabilité

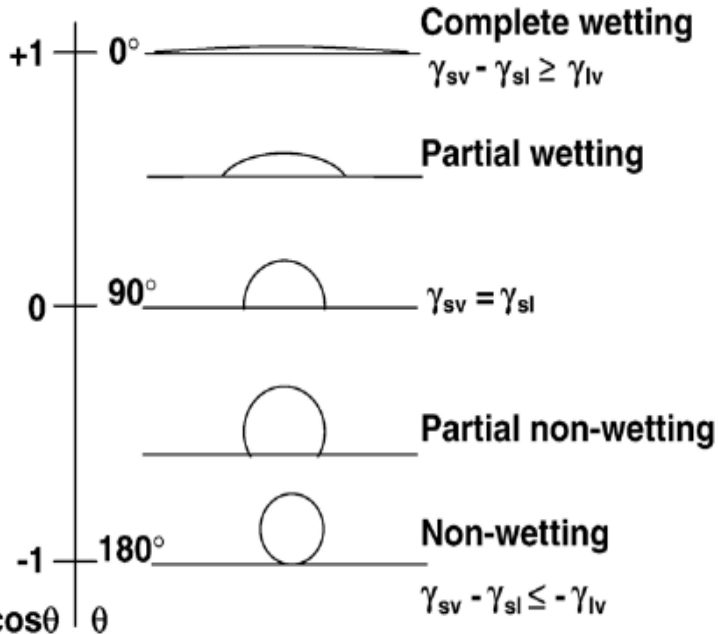
Évaporateur à mouillabilité exacerbée

Réduction de l'angle de contact

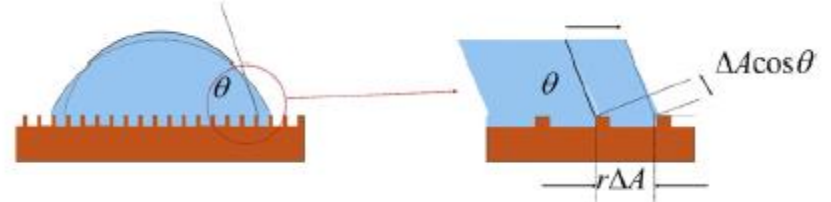


Modifier les énergies de surface

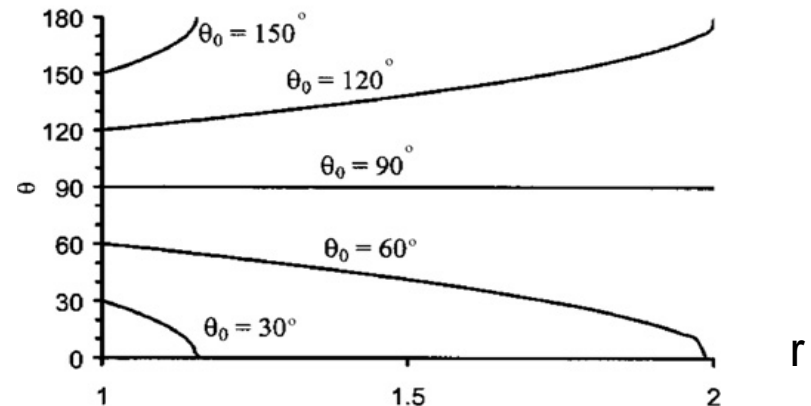
$$\cos \theta = \frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}}$$



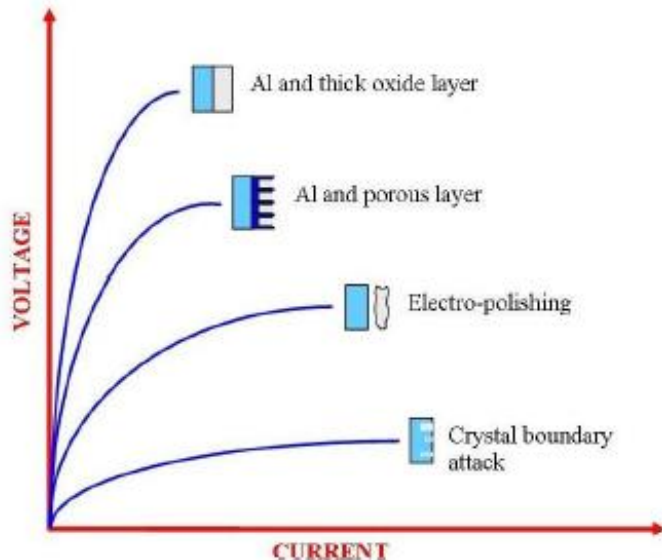
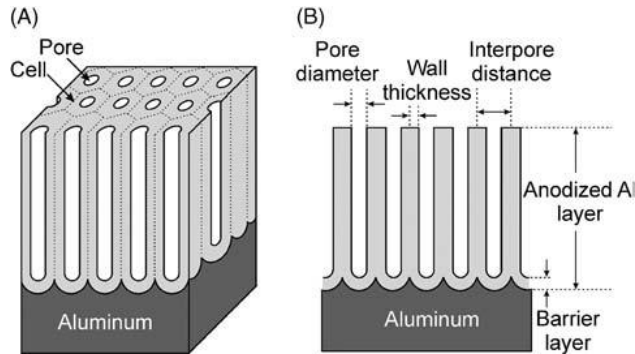
Intensifier le caractère mouillant en structurant la surface
 (Projet ARC énergie – LOCIE/LPMCN)



$$\text{Wenzel : } \cos \theta_w = r \cdot \cos \theta_y$$



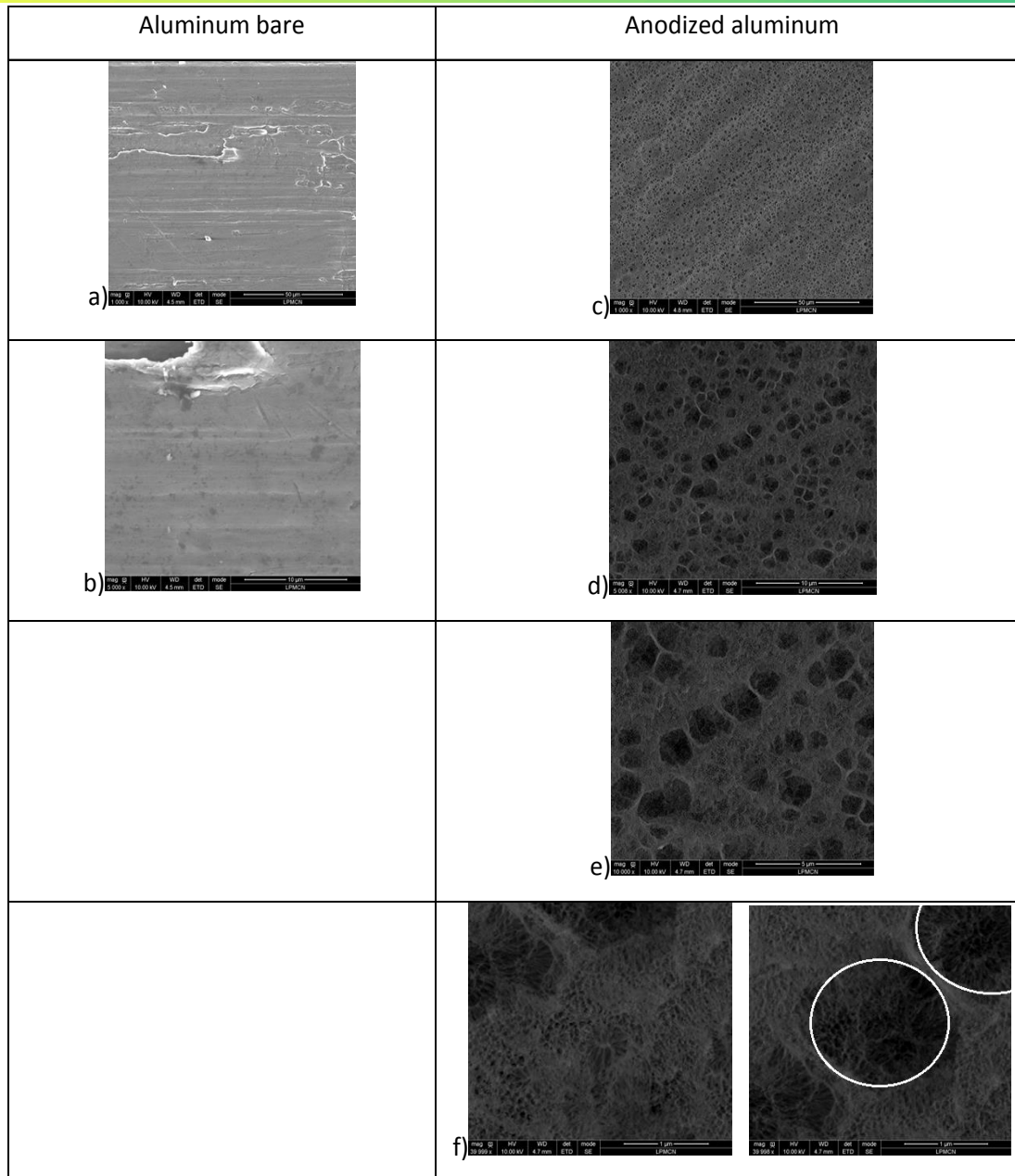
Evaporateur à mouillabilité exacerbée



Step	Procedure
1 - Cleaning process	immersion of aluminum samples in ultrasonic bath $T=40^{\circ}\text{C}$, $t=30$ min,
	aluminum sample drying.
2 - Pre-treatment	Washed with acetone
	Immersion of aluminum samples in 1M of NaOH. Duration -1 hour. Temperature -25°C .
	thoroughly washed with deionized water
3 - Electro polishing	solution of 5wt % phosphoric acid and glycerin (1:1 in volumetric ratio) at a constant voltage of 18 V for 30 min
	to rinse with pure water
	drying the samples
4 - Anodization	0.3 M solution of H_3PO_4
	to rinse with pure water
	drying the samples

Création d'une couche d'alumine microporeuse sur la surface d'échange par anodisation

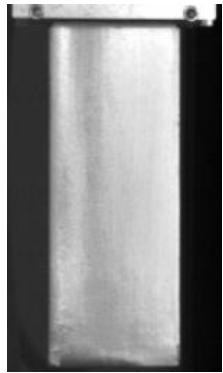
Evaporateur à mouillabilité exacerbée



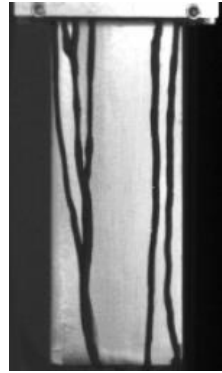
Détail de la couche d'alumine microporeuse sur la surface d'échange

Fig 13 SEM photographs of various magnifications of aluminum bare and anodized aluminum

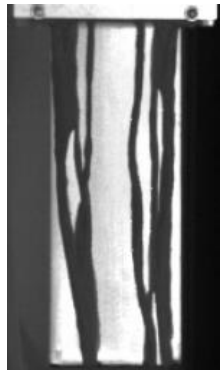
Evaporateur à mouillabilité exacerbée



(a) $Q = 0$ l/min ($Re = 0$)



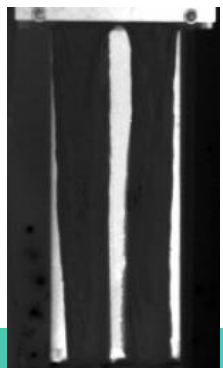
(b) $Q = 0.1$ l/min ($Re = 66.6$)



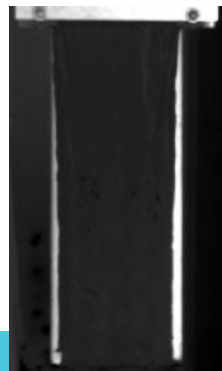
(c) $Q = 0.4$ l/min ($Re = 266.6$)



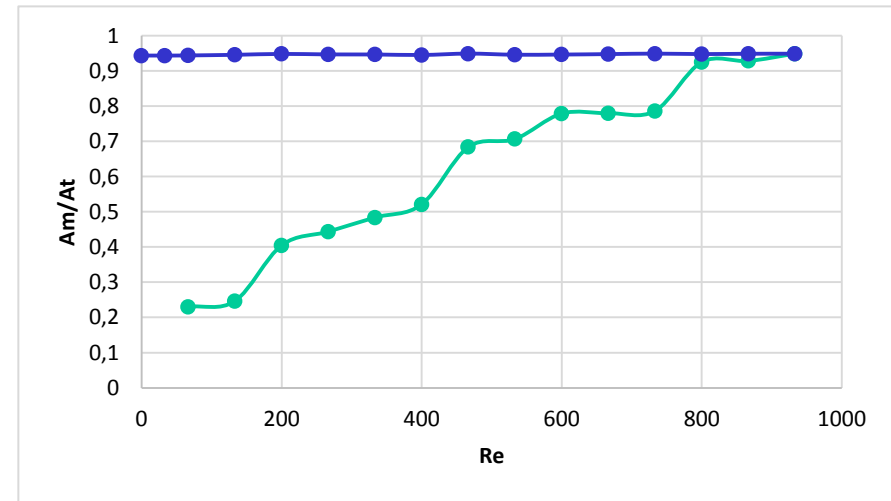
(d) $Q = 0.7$ l/min ($Re = 466.6$)



(e) $Q = 1.1$ l/min ($Re = 733.3$)



(f) $Q = 1.2$ l/min ($Re = 800$)



Mouillabilité de la surface d'échange en présence d'une plaque anodisée neuve

Evaporateur à mouillabilité exacerbée



(a) $Q = 0.1\text{l/min}$ ($Re = 66.6$)



(b) $Q = 0.4\text{l/min}$ ($Re = 266.6$)



(c) $Q = 0.8\text{l/min}$ ($Re = 533.3$)



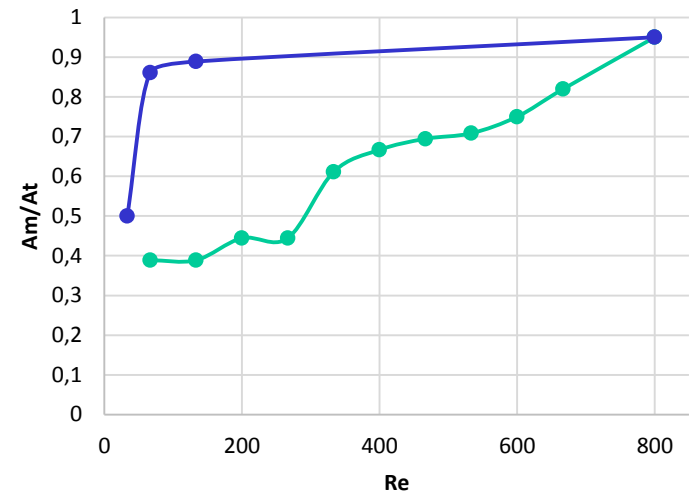
(d) $Q = 1.2\text{l/min}$ ($Re = 800$)



(e) $Q = 0.2\text{l/min}$ ($Re = 133.3$)

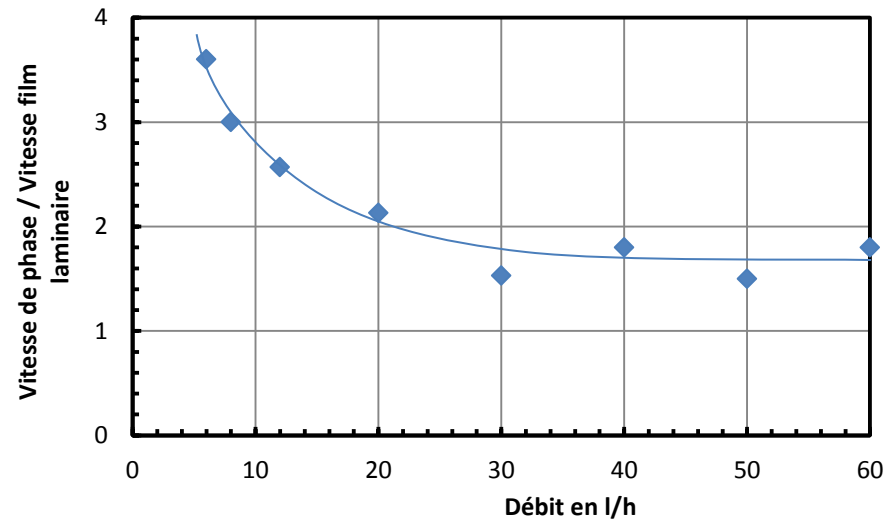
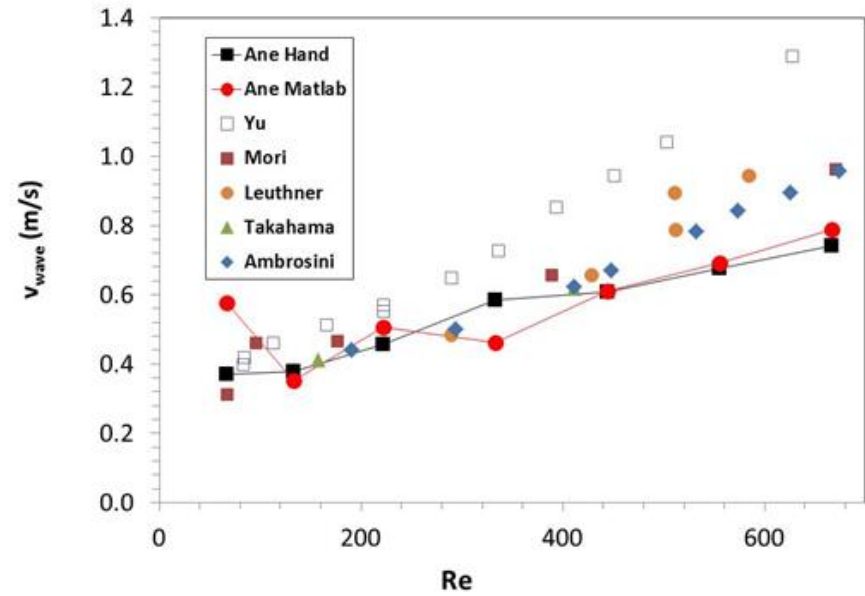
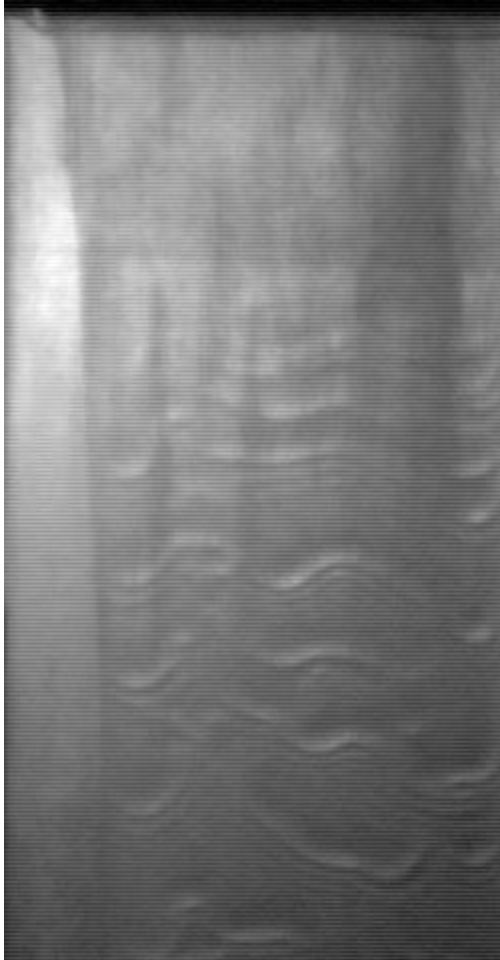


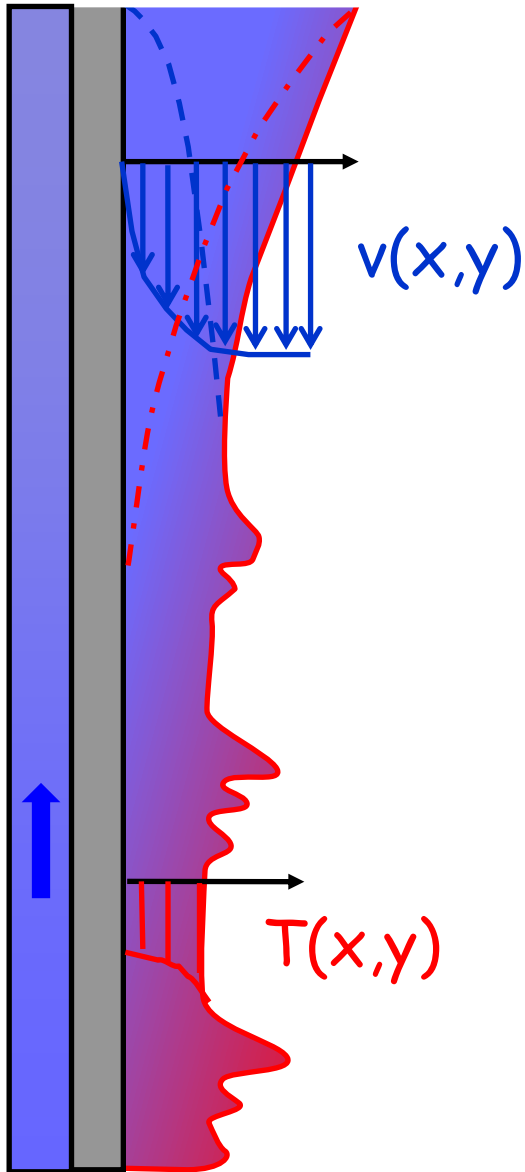
(f) $Q = 0.1\text{l/min}$ ($Re = 66.6$)



Mouillabilité de la surface d'échange en présence d'une plaque anodisée usagée

Etude de la dynamique des films





Développement d'instabilités de surfaces

Amincissement du film entre les ondes solitaires

Intensification des transferts

Couplage au micro-rainurage des surface pour diminuer la largeur des canaux et bénéficier de l'effet d'intensification des transfert par évaporation au niveau des lignes triples

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

