

Déformations thermocapillaires d'interfaces liquides molles pilotées par une onde laser continue.

David Rivière

Sous la direction de Jean-Pierre Delville et de Julien Petit

Le 05 Juin 2012

Sommaire

I. Mécanisme de déformation

II. Système fluide et dispositif expérimental

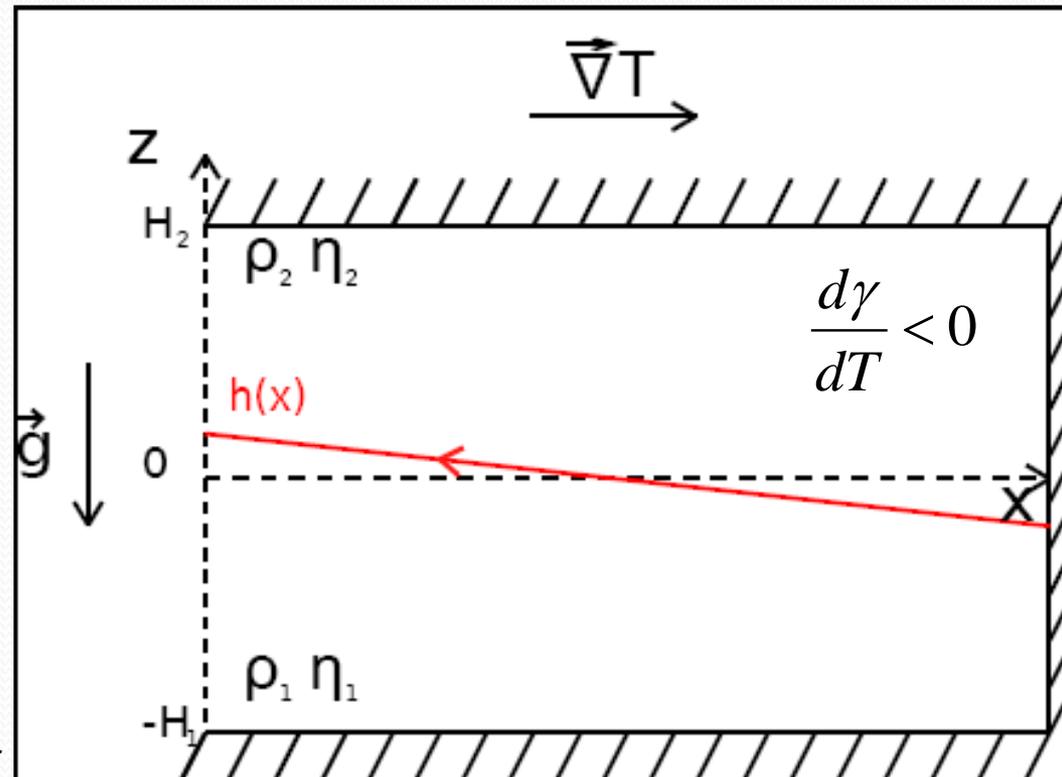
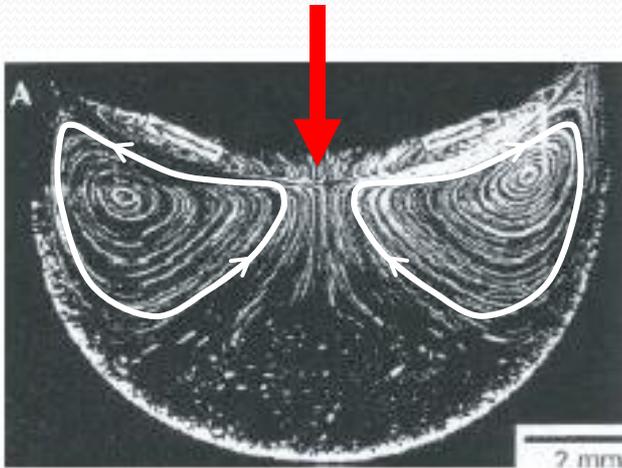
III. Analyses et interprétations des résultats

IV. Conclusion et perspectives

Mécanisme de déformation

$$\gamma = \gamma(T) \quad \rightarrow \quad \vec{\nabla} \gamma = \frac{d\gamma}{dT} \vec{\nabla} T$$

→ ECOULEMENTS



J.-M. Drezet, S. Pellerin, C. Bezençon and S. Mokadem2
 , Modelling the Marangoni convection in laser heat treatment, J.
 Phys. IV France, 120, 299-306, 2004.

Modèle ID :

$$\frac{dh}{dx} = \frac{2}{3g(\rho_1 - \rho_2)} \frac{\eta_1 H_2^2 - \eta_2 H_1^2}{\eta_1 H_1 H_2^2 + \eta_2 H_2 H_1^2} \frac{d\gamma}{dT} \frac{dT}{dx}$$

Systeme fluide : phases de Winsor

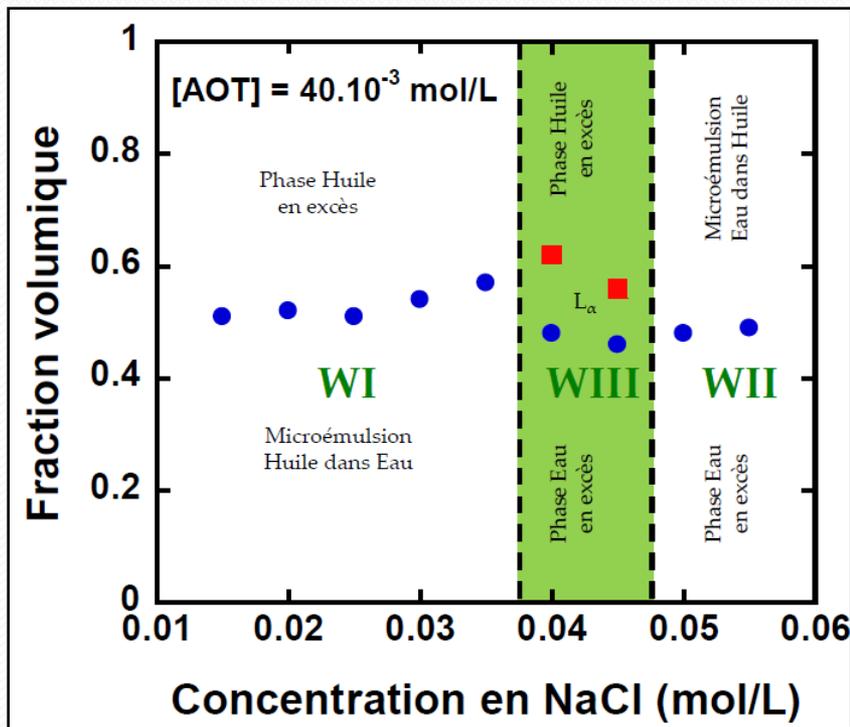


Diagramme de phase

Composition :

Mélange liquide saumure, heptane, AOT (surfactant)

Equilibre utilisé :

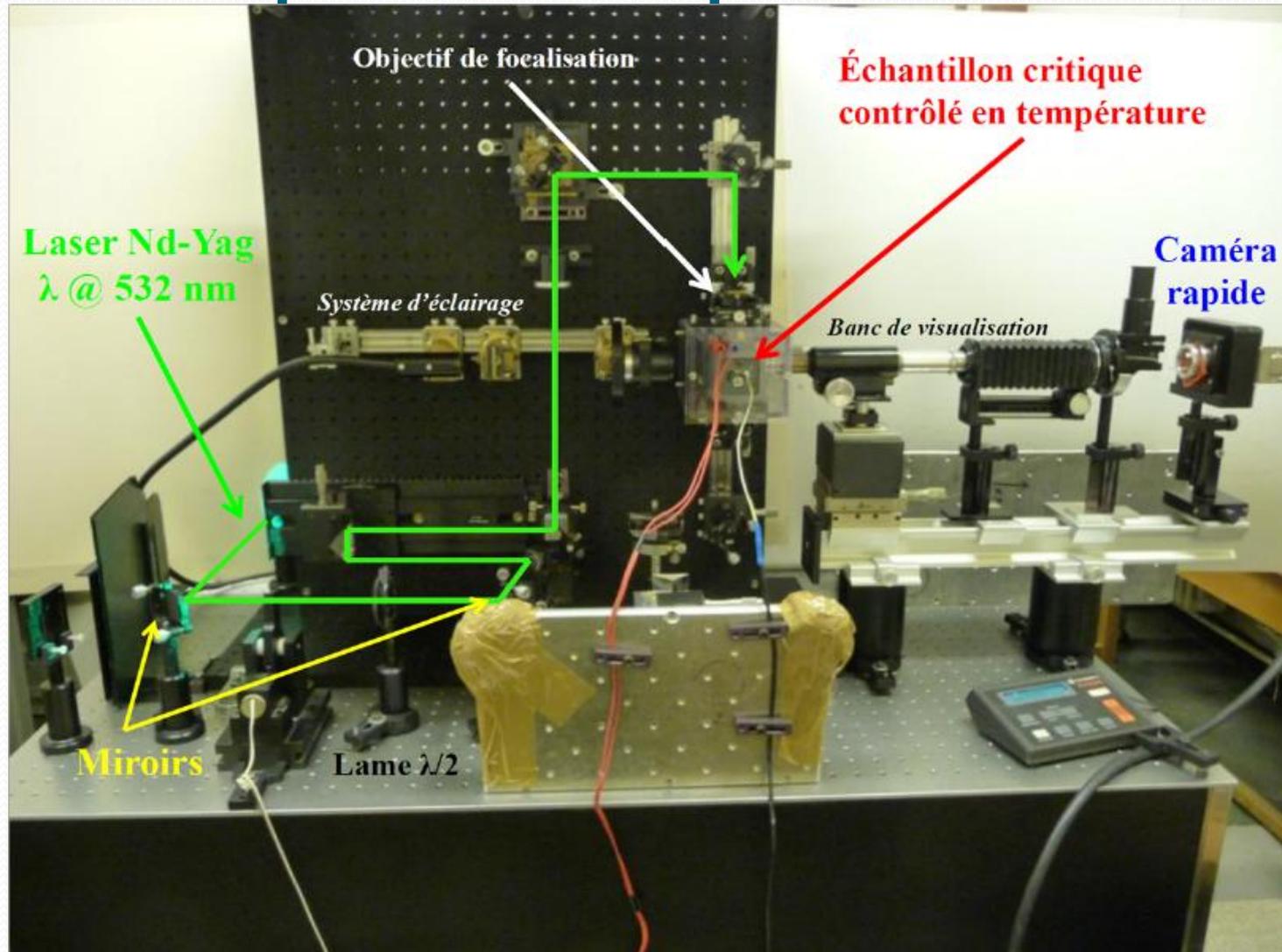
Equilibre de phase de Winsor I
⇒ Phase heptane transparente
⇒ Phase aqueuse : phase micellaire de microémulsion (micelles d'huiles dans l'eau)

Très faible tension interfaciale

➔ $\gamma \approx 6 \cdot 10^{-6} \text{ N/m}$

➔ Interface séparant les phases liquides très déformable

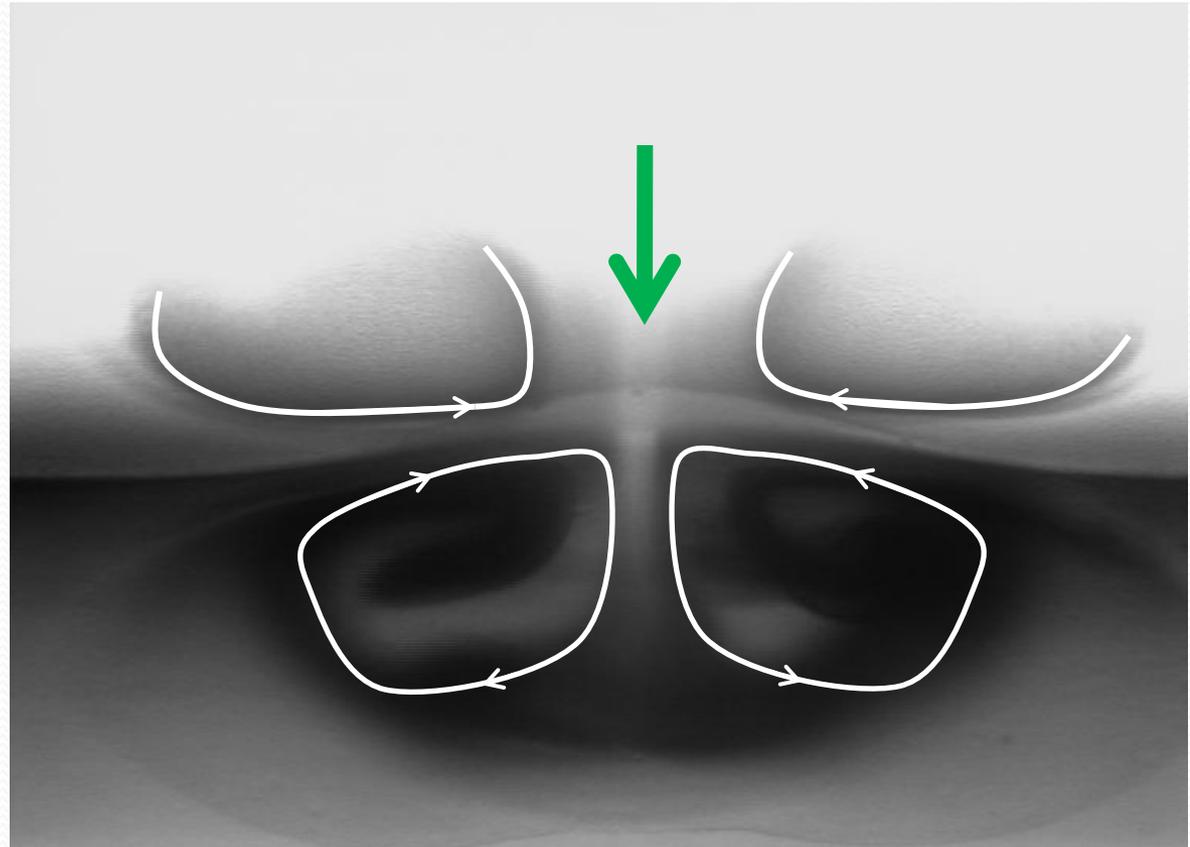
Dispositif expérimental



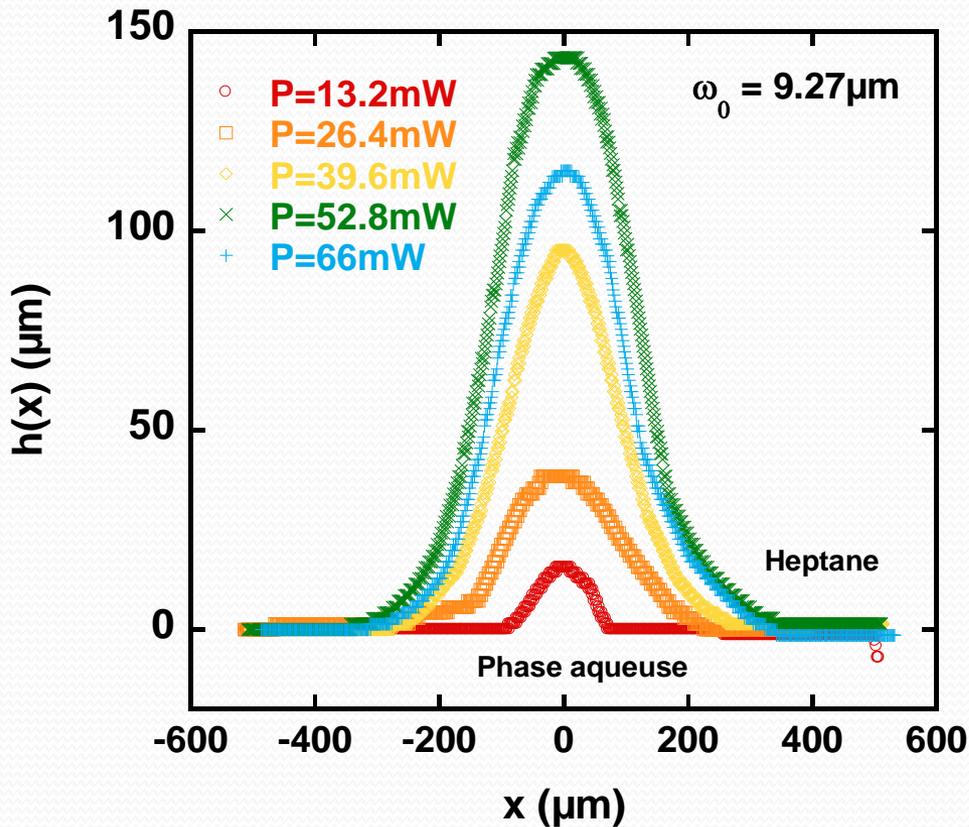
Observation des écoulements et déformations thermocapillaires

$$\vec{\nabla} \gamma = \frac{d\gamma}{dT} \vec{\nabla} T$$

➔ $\frac{d\gamma}{dT} > 0$



Profils de déformation en fonction de la puissance laser (cas $H_e \approx H_h$)



Heptane
Phase aqueuse

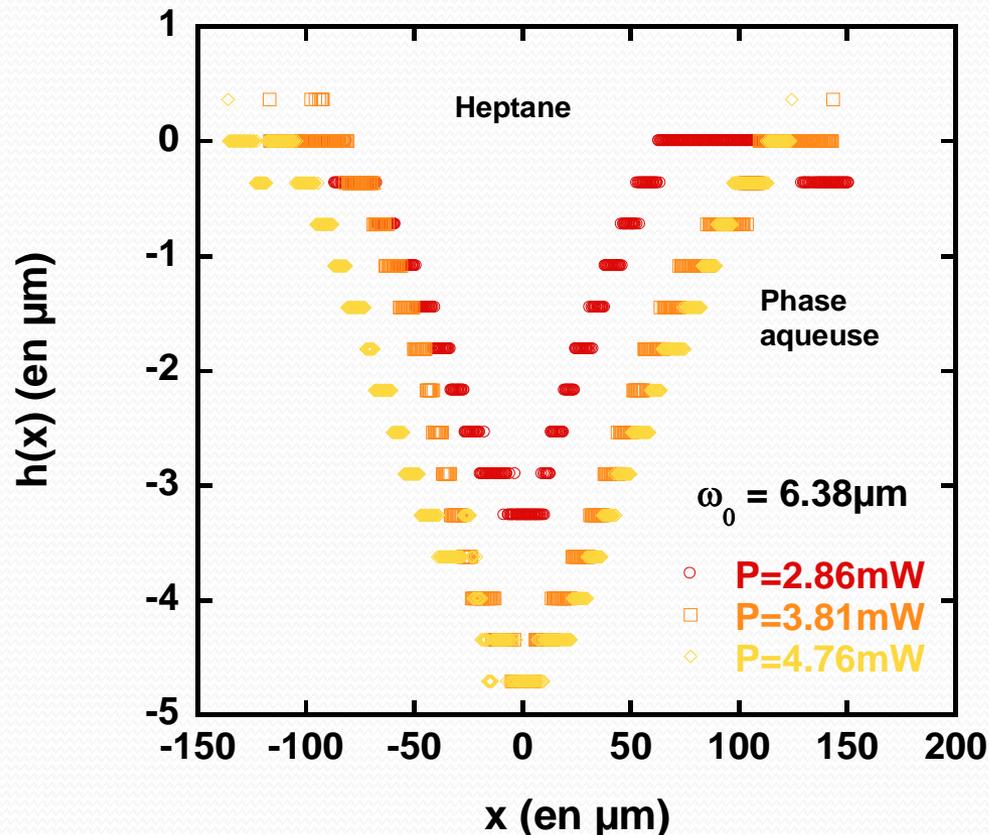
$$\eta_e = 0.890\text{mPa}\cdot\text{s}$$

$$\eta_h = 0.393\text{mPa}\cdot\text{s}$$

$$\sqrt{\frac{\eta_e}{\eta_h}} > \frac{H_e}{H_h}$$

→ $h(x)$ **croît** dans le sens du gradient de température

Profils de déformation en fonction de la puissance laser (cas $H_e \approx 3H_h$)



Heptane

Phase aqueuse

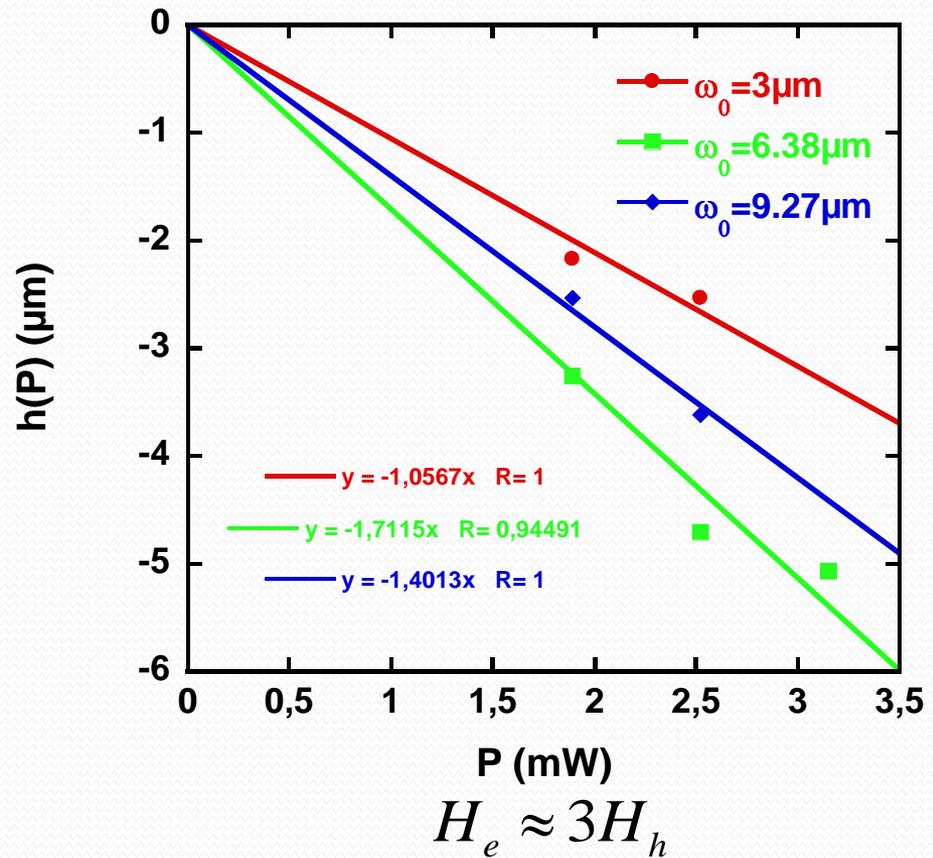
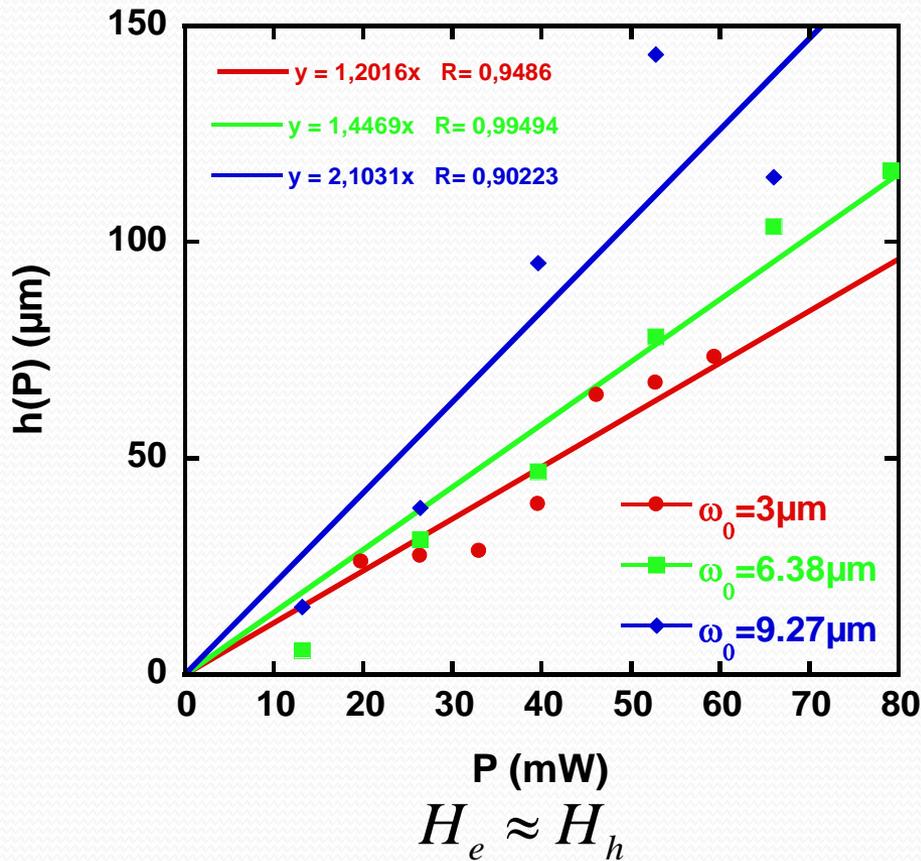
$$\eta_e = 0.890\text{mPa}\cdot\text{s}$$

$$\eta_h = 0.393\text{mPa}\cdot\text{s}$$

$$\sqrt{\frac{\eta_e}{\eta_h}} < \frac{H_e}{H_h}$$

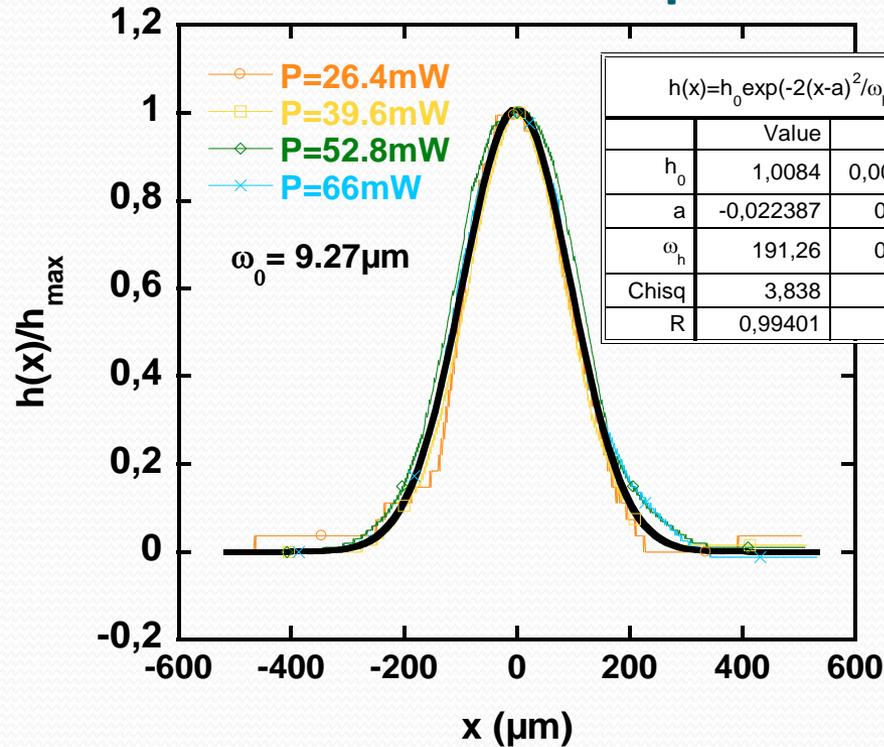
→ h(x) **décroit** dans le sens du gradient de température

Hauteurs de déformation en fonction de la puissance laser

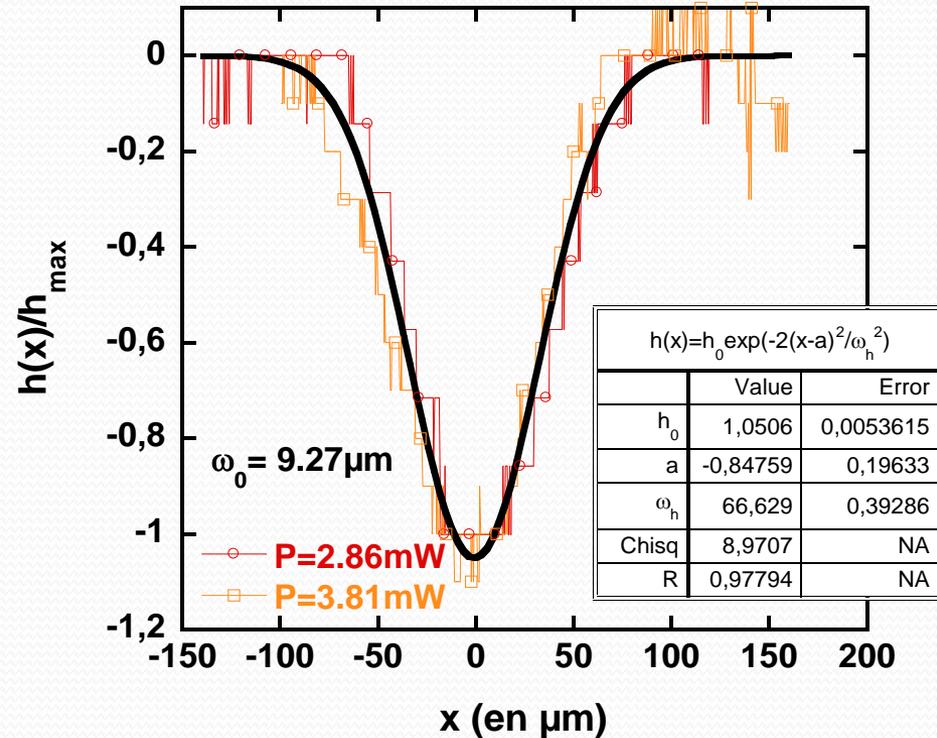


➔ **Comportement linéaire de la hauteur en fonction de la puissance laser**

Largeurs de déformation en fonction de la puissance laser



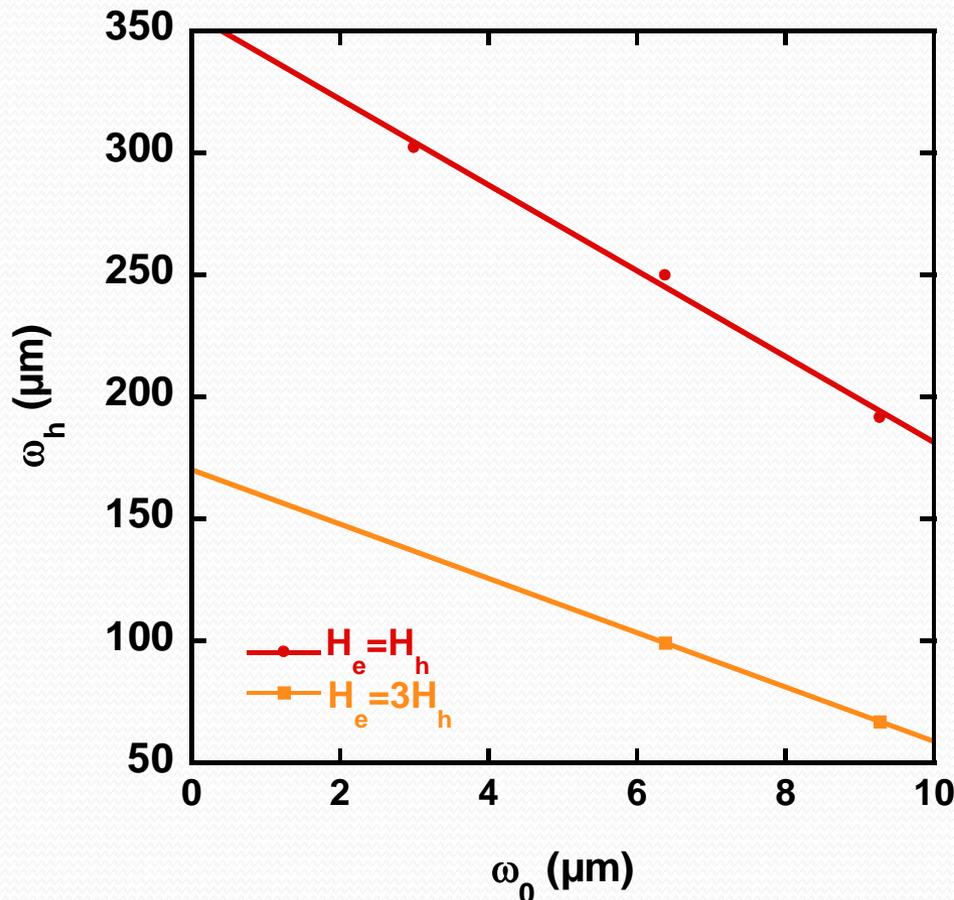
$$H_e \approx H_h$$



$$H_e \approx 3H_h$$

➔ Largeur indépendante de la puissance laser (régime linéaire de déformation)

Largeurs de déformation en fonction du col du faisceau laser



→ Largeur de déformation décroît quand la largeur du faisceau au col augmente

→ Comportement linéaire ?

→ Largeur de déformation dépend des hauteurs des phases liquides

→ Insuffisance du modèle thermique à deux couches semi-infinies (heptane/phase aqueuse)

➔ Nécessité modèle à 4 couches (verre/heptane/phase aqueuse/verre)

Conclusion et perspectives

Conclusion :

- Observation des déformations thermocapillaires
- Caractérisation du phénomène en fonction des paramètres du problème.
- Résultats en accord qualitatif avec les prédictions d'un modèle 1D.

Perspectives :

- Mesure de la vitesse des écoulements.
- Déstabilisation de l'interface ?
- Comparaison avec un modèle 2D de chauffage (H. Chraïbi et J-P. Delville, *Thermocapillary flows and interface deformations produced by localized laser heating in confined environment*, Physics of fluids 24, 032102, 2012).