

Propagation d'ondes hydroélastiques dans un environnement hétérogène

Gabriel Le Doudic

PMMH

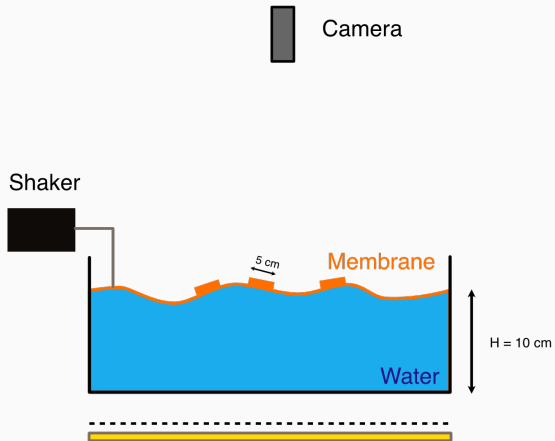


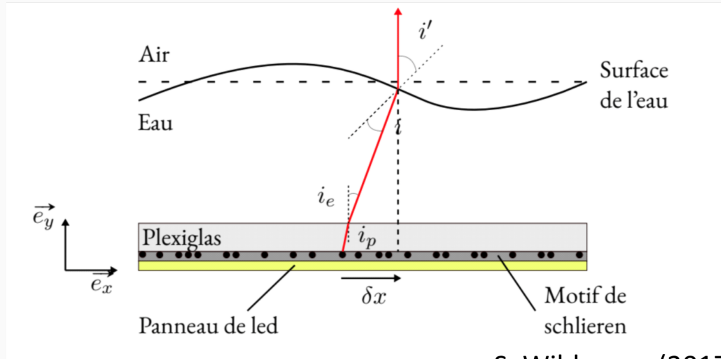
Le but de l'étude



Elie Dumas-Lefebvre

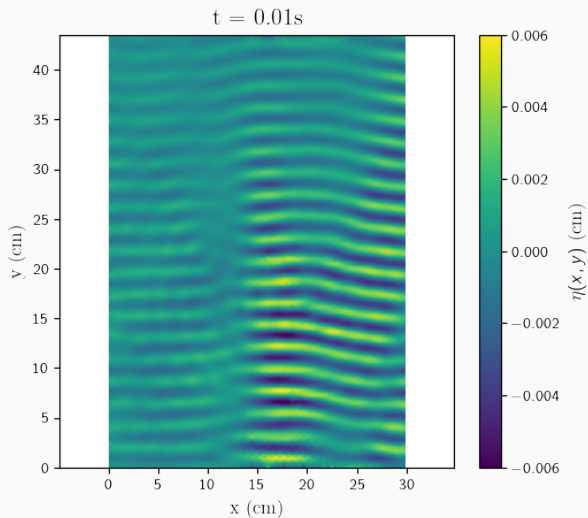
Le dispositif expérimental





S. Wildeman (2017)

Mesure du champ de déformation ($f = 150$ Hz)



Relation de Dispersion

Navier Stokes equation :

$$\rho \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \rho(\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = -\nabla P + \eta \Delta \mathbf{v} + \rho \mathbf{g} \quad (1)$$

Équation de Föppl-Von Karman (mécanique des plaques) :

$$\underbrace{D \Delta^2 \eta}_{\text{Énergie de pliage}} - \underbrace{e \frac{\partial}{\partial x_\beta} \left(\sigma_{\alpha, \beta} \frac{\partial \eta}{\partial x_\alpha} \right)}_{\text{Étirement}} = \underbrace{F}_{\text{Forces extérieures}}. \quad (2)$$

- Rigidité à la flexion $D = \frac{Ee^3}{12(1 - \nu^2)}$
- Module d'Young E : $E(\text{glace}) = 9 \cdot 10^9 \text{ Pa}$, $E(\text{membrane}) \approx 7 \cdot 10^6 \text{ Pa.}$;
- ν coefficient de Poisson $\nu \approx 0.25$;
- σ contrainte.

Relation de dispersion

Navier Stokes :

$$\rho \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \rho(\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = -\nabla P + \eta \Delta \mathbf{v} + \rho \mathbf{g} \quad (3)$$

Föppl-Von Karman :

$$D \Delta^2 \eta - e \frac{\partial}{\partial x_\beta} \left(\sigma_{\alpha, \beta} \frac{\partial \eta}{\partial x_\alpha} \right) = F. \quad (4)$$

Grande longueur d'onde par rapport au déplacement vertical : $\eta_0 \ll \lambda$.

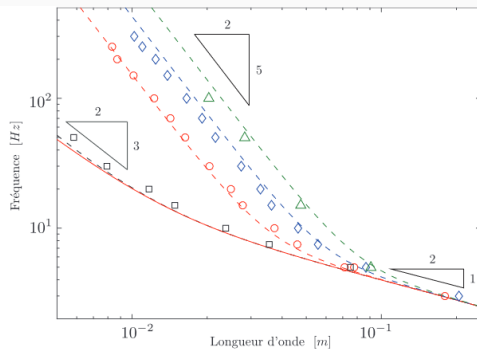
fonction d'onde :

$$\Phi(x, z, t) = \phi(z) e^{i(\omega t - kx)}. \quad (5)$$

Relation de dispersion des ondes hydro-élastiques :

$$\omega^2 = gk + \frac{T}{\rho} k^3 + \frac{D}{\rho} k^5. \quad (6)$$

Mesure de la relation de dispersion (Thèse Lucie Domino)



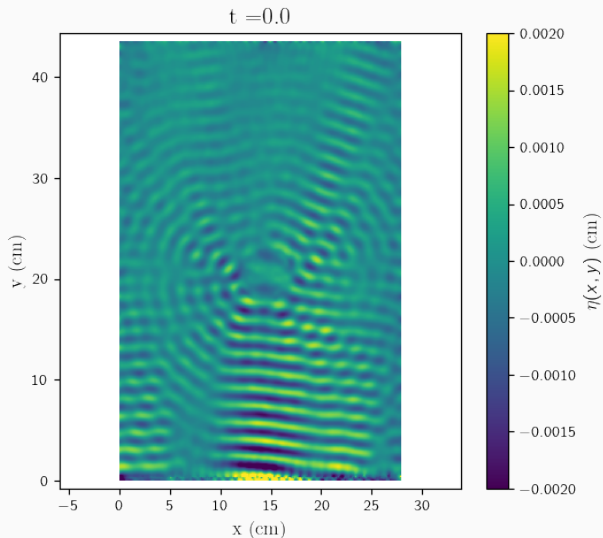
Pente $1/2$: Régime gravitaire grande longueur d'onde λ .

Pente $3/2$: Régime de tension pour un λ intermédiaire.

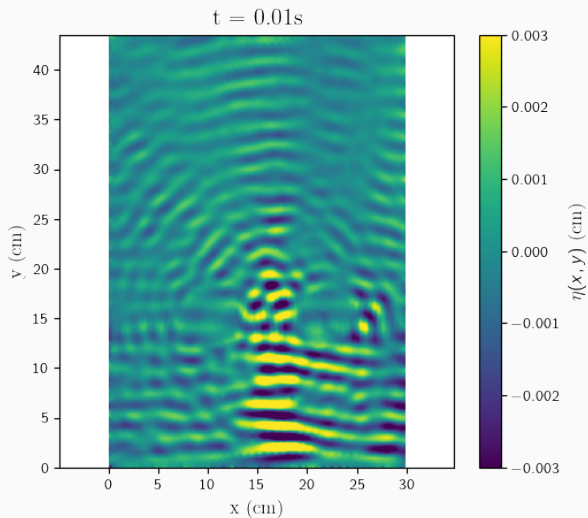
Pente $5/2$: Régime de flexion aux petits λ .

Plus l'épaisseur de la membrane est grande plus on entre dans le régime élastique

Environment Hétérogène (1 disque $d = 5$ cm, $f = 150$ Hz, $A = 600$ mV)



Environment Hétérogène (2 disques, $d = 5$ cm, $f = 150$ Hz, $A = 600$ mV)



Environment Hétérogène (3 disques, $d = 5$ cm, $f = 150$ Hz, $A = 600$ mV)

