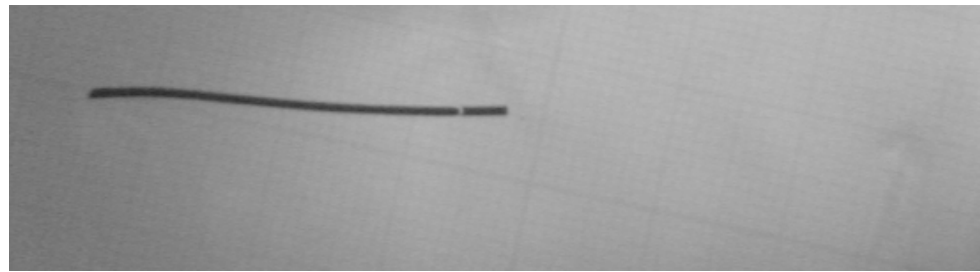


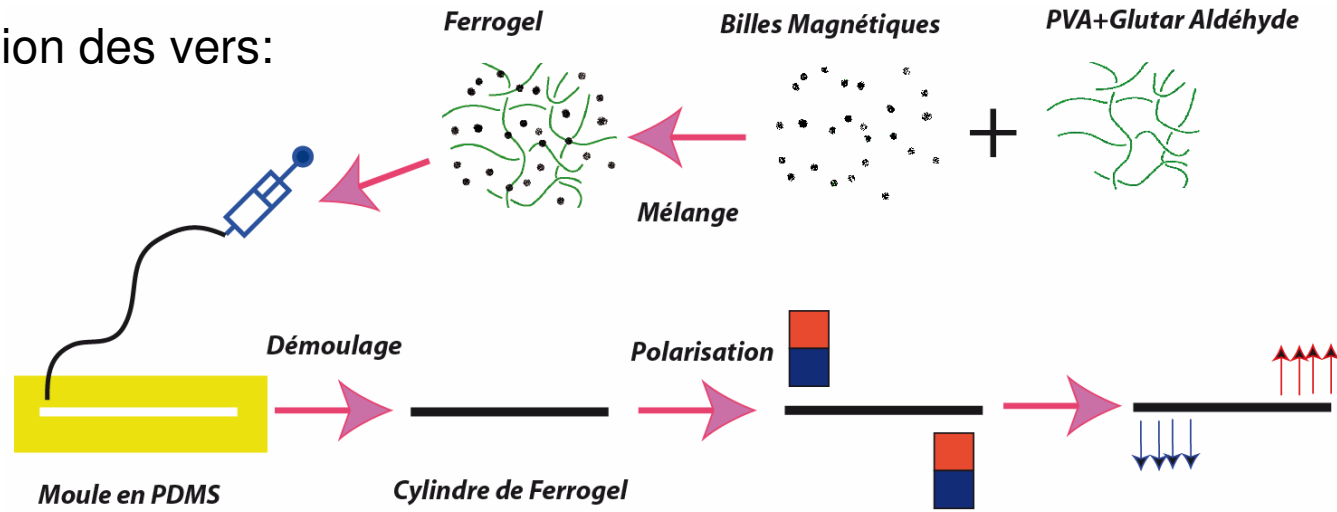
Vers magnétiques

Ghani Oukhaled, Charlotte Py, Jean-Claude Bacri, Jean-Marc di Meglio

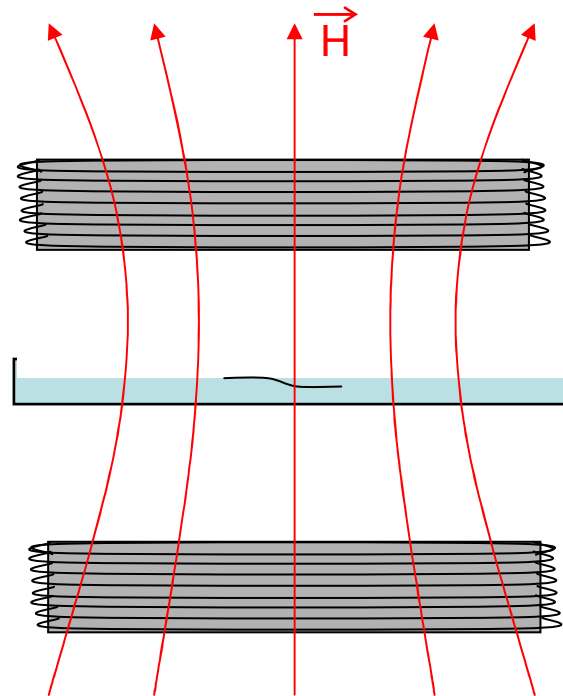


Laboratoire MSC – UMR 7057 – CNRS - Université Paris Diderot

Fabrication des vers:

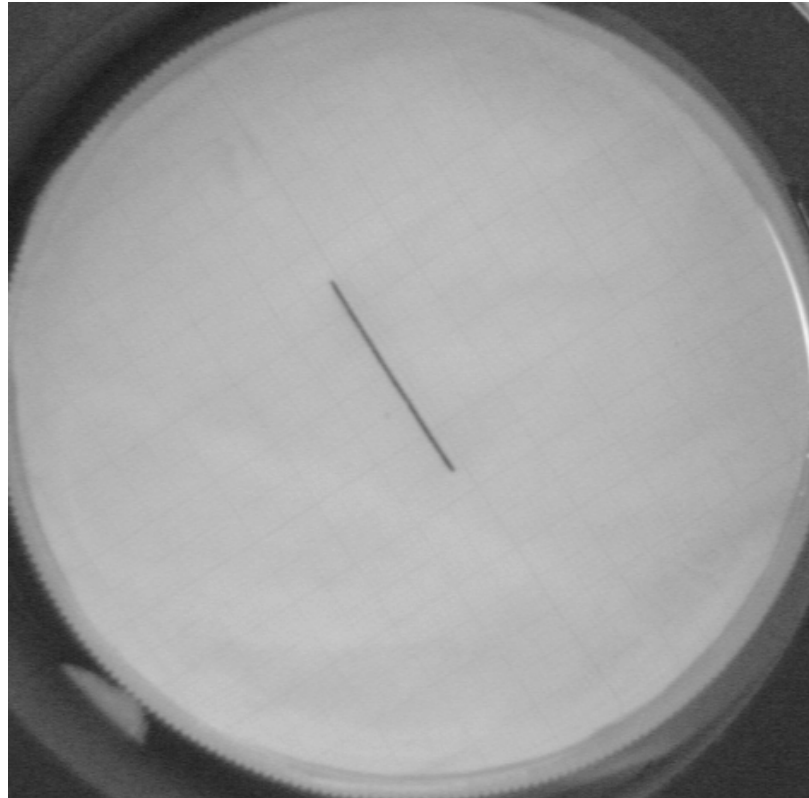


Ver placé sur un film d'eau, entre 2 bobines



Champ
constant

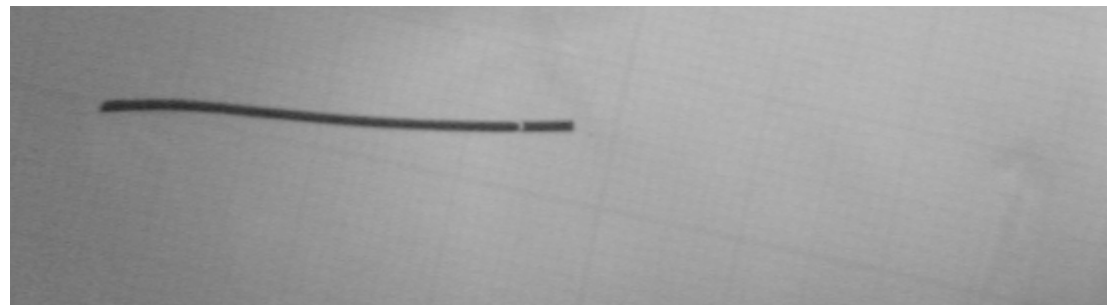
⇒ Dérive lente
suivant le
gradient de
champ



$V=0.3$ mm/s

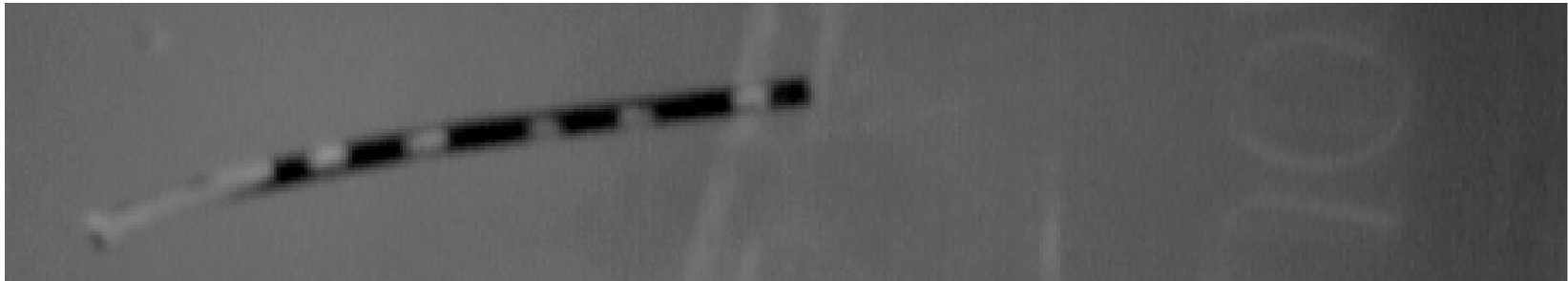
Champ
oscillant
($H=50$ Oe, $f_0=1$ Hz)

⇒ Nage en
ondulant



$V=2.5$ mm/s

Qu'est-ce qui fait osciller le ver?



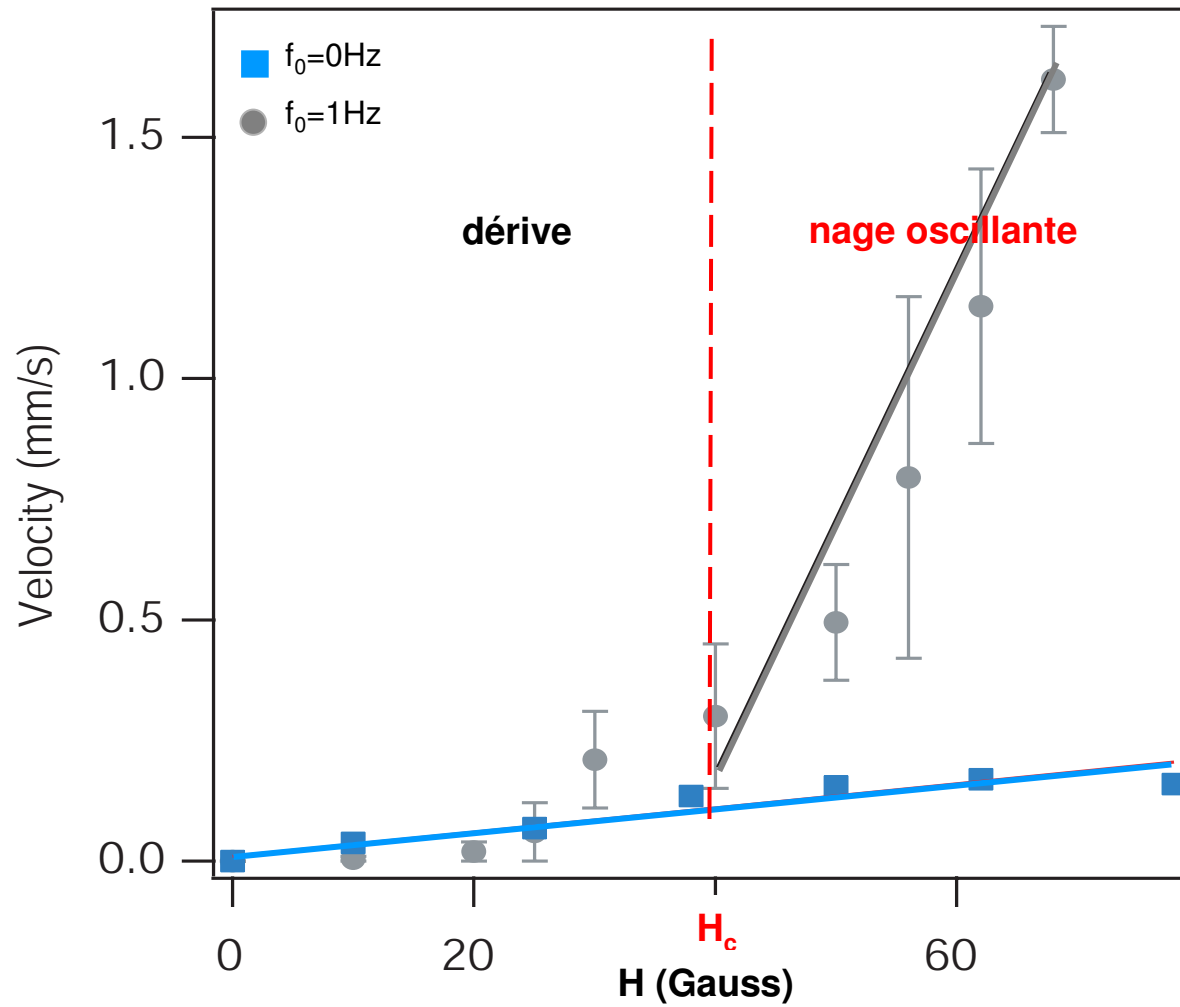
Instabilité Torsion / Flexion

⇒ Ondulation du ver

Brisure de symétrie: gradient radial de champ magnétique

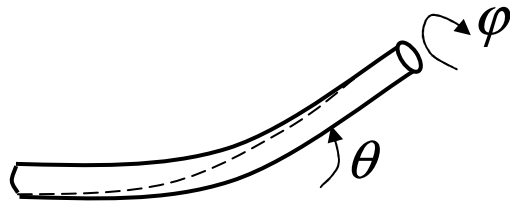
⇒ Progression du ver

Vitesse du ver en fonction du champ magnétique appliqué



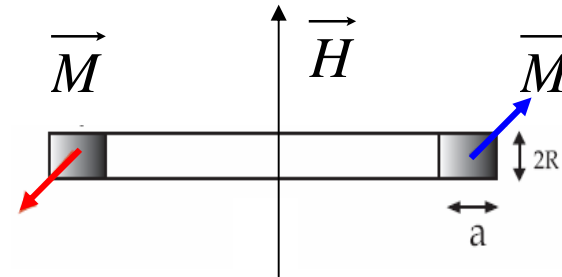
H_c : Champ critique au-dessus duquel le ver se met à osciller

Champ critique H_c



Energie élastique

$$\frac{1}{2} EI \int_0^L \left(\frac{\partial \theta}{\partial s} \right)^2 ds + \frac{1}{2} \alpha EI \int_0^L \left(\frac{\partial \varphi}{\partial s} \right)^2 ds \sim \frac{EI}{L}$$



Couple magnétique

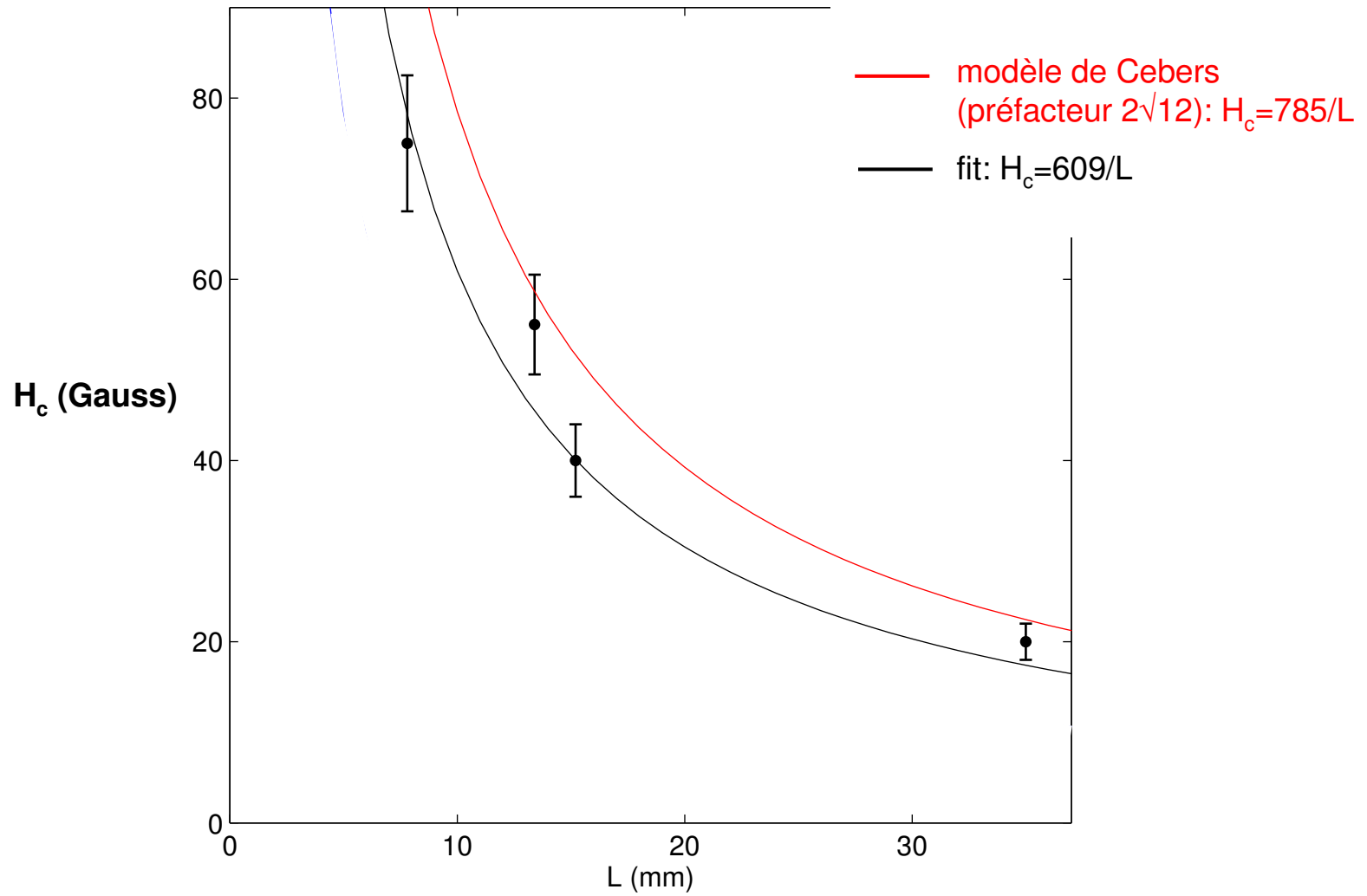
$$T = \mu_0 \left\| \vec{M} \wedge \vec{H} \right\|$$

$$H_c \sim \frac{EI}{\mu_0 ML} \sim \frac{1}{L}$$

Modèle théorique (Cebers):

$$H_c = 2\sqrt{12} \frac{EI}{\mu_0 ML}$$

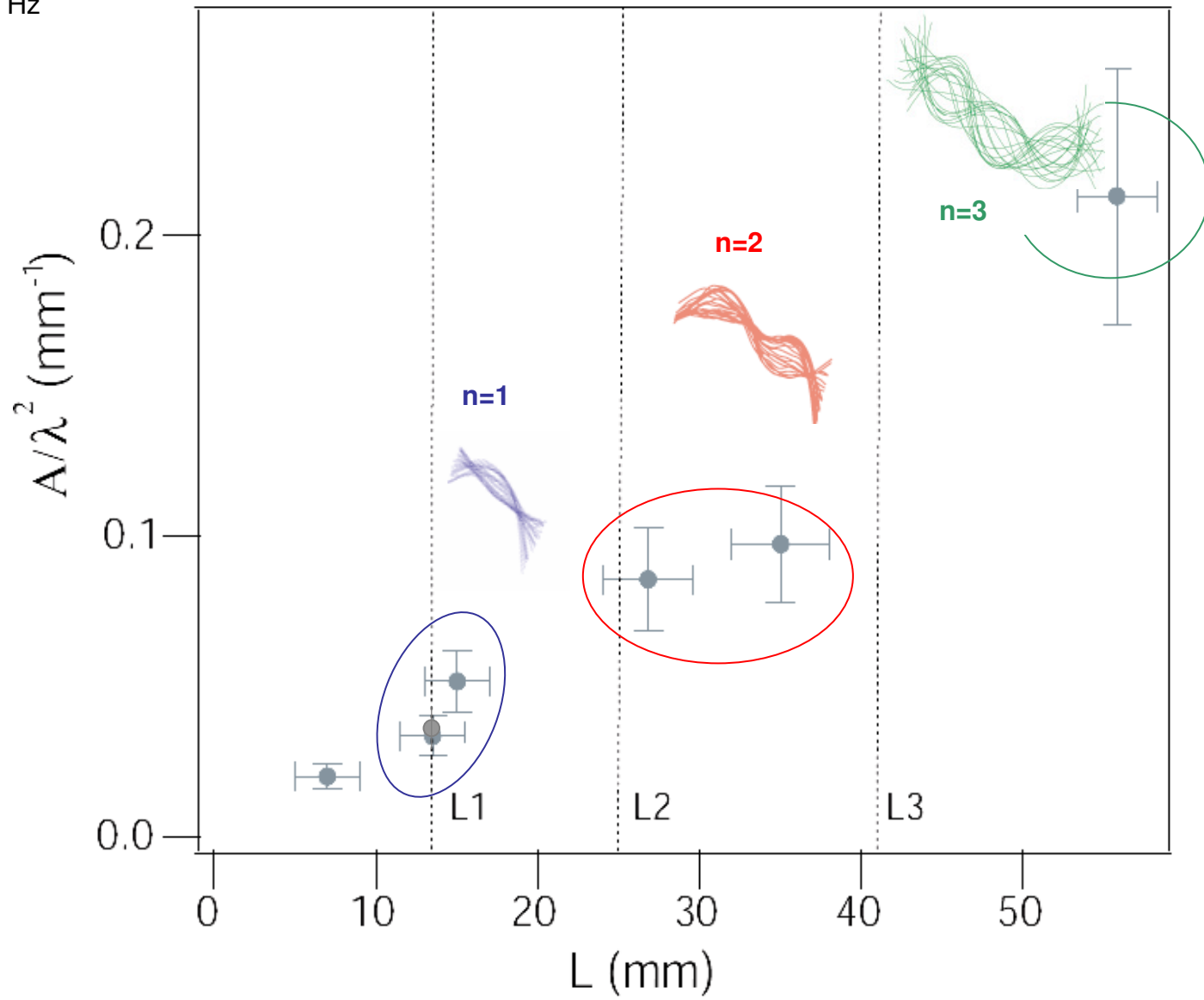
Champ critique en fonction de la longueur du ver



Modes de déformation du ver

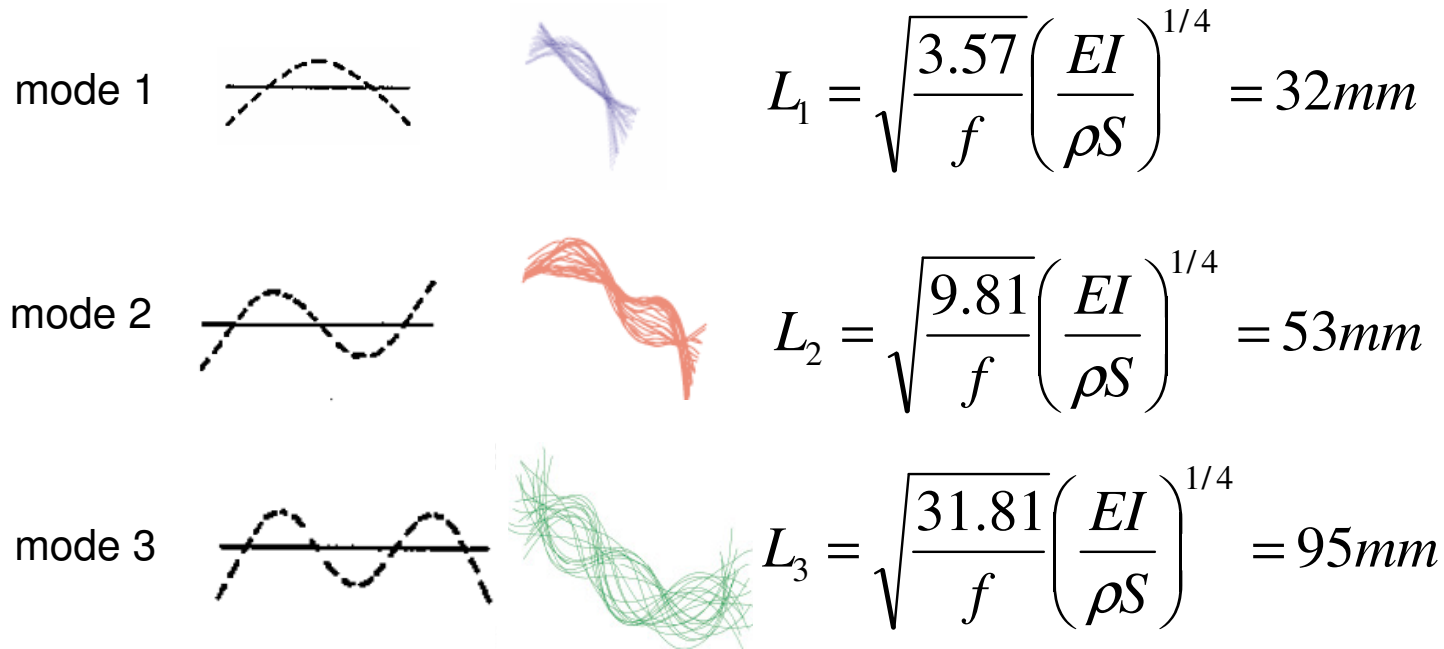
H = 50 Gauss

$f_0 = 1$ Hz

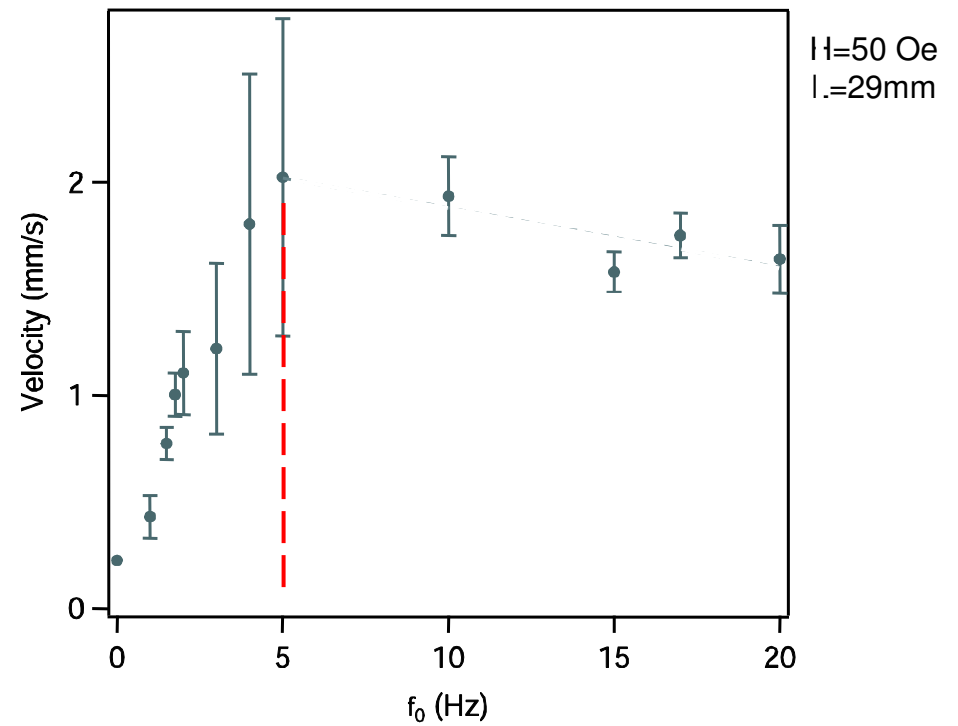
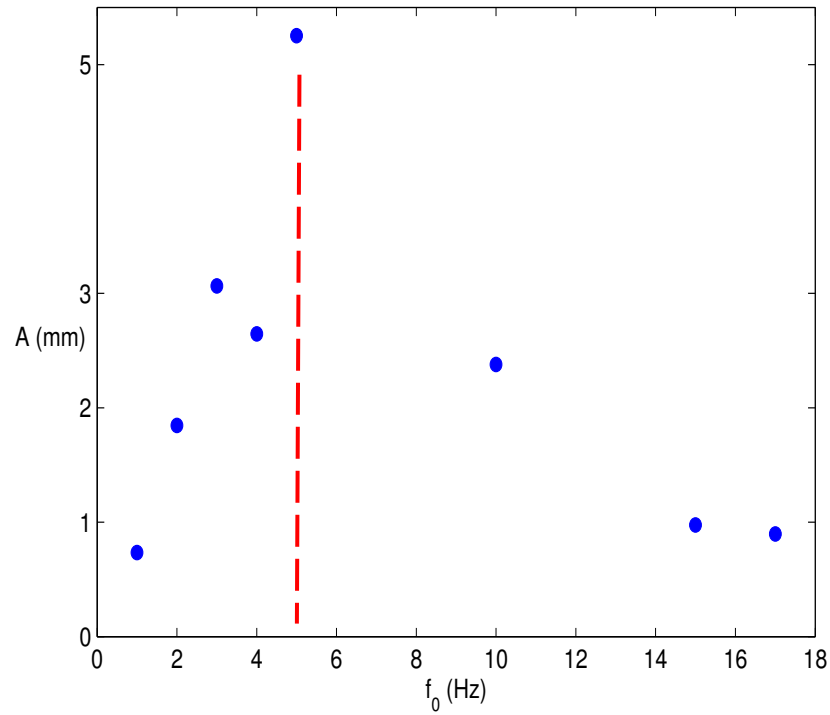


Modes propres en flexion d'une tige élastique libre-libre

$$\cos(\chi L) \cosh(\chi L) = 1 \quad \text{avec} \quad \chi = \left(\frac{\rho S \omega^2}{EI} \right)^{1/4}$$



Amplitude et Vitesse de nage en fonction de la fréquence



Fréquence propre du ver (mode 2): $f_0=3.5$ Hz

Pour résumer:

- Mécanisme de nage: instabilité torsion/flexion
- Champ critique correctement prédit
- Dynamique de la nage gouvernée par les modes de flexion

Influence de la taille du domaine de polarisation

