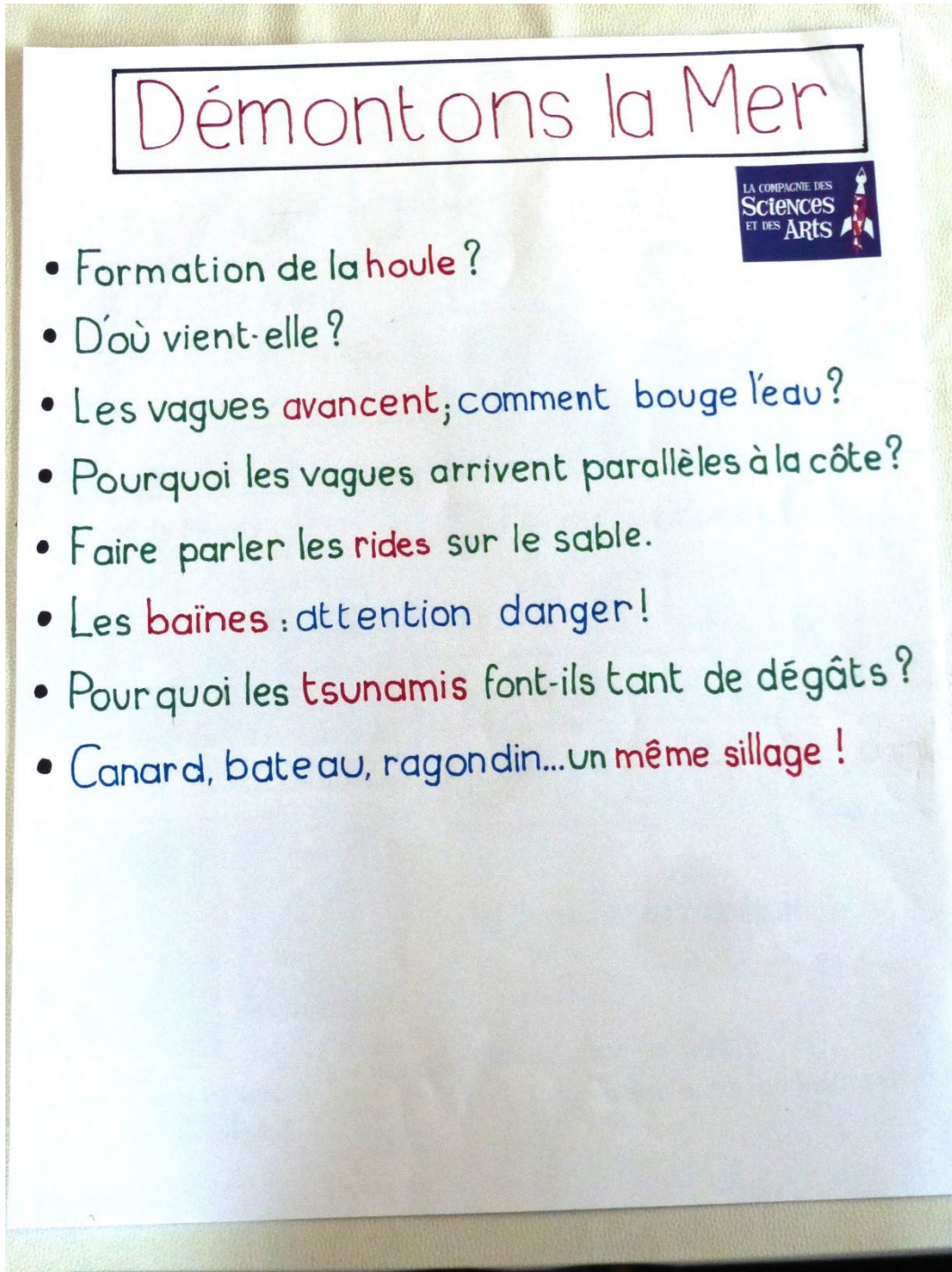


Copies des affiches résumant les points abordés dans l'atelier sur les vagues.

Contact : patrick.roudeau@ijclab.in2p3.fr



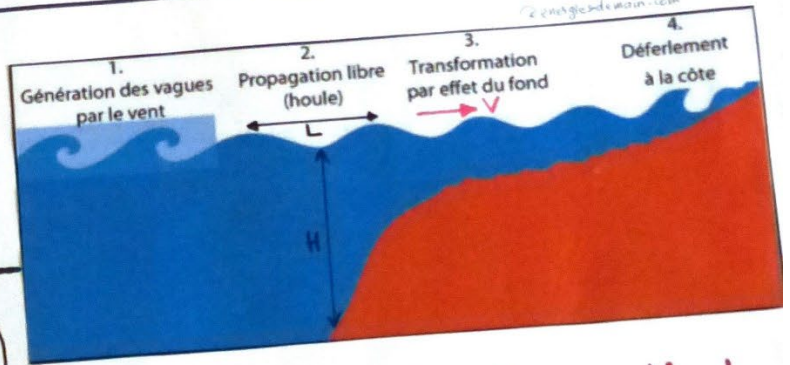
Quelques questions auxquelles cet atelier donnera les réponses.

Origine et Propagation de la Houle



Origine: le vent

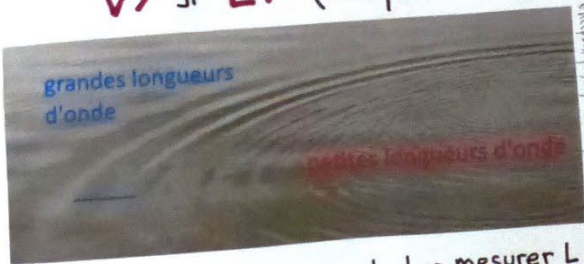
- très loin d'ici (~1000 km)
- sur de vastes zones



Vitesse de la houle (v)

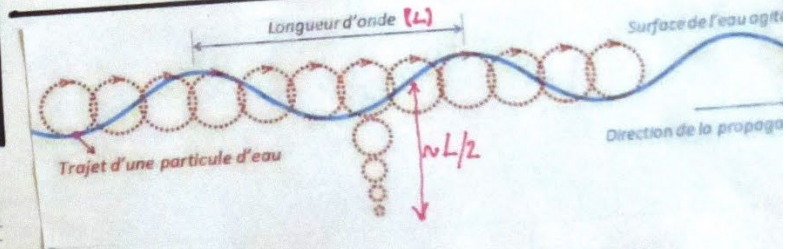
- **grands fonds**: $H \gg L$
- $v \uparrow$ si $L \uparrow$ (dispersion)

- **faible profondeur**: $H \ll L$
- $v \downarrow$ si $H \downarrow$ (ralentissement, déferlement)



• Sur nos plages → grands L → mesurer L → idée de l'origine des vagues

Mouvement de l'eau



• la houle progresse ...
 OLA pas l'eau



Rides fossiles
 à 2000 m dans l'Océan
 → mer peu profonde
 il y a 250 Ma (Pangée)

Rides sur le sable
 issues de courants
 ... pas de vaguelettes

Pourquoi?

• rides sur le sable
 perpendiculaires au mouvement de l'eau

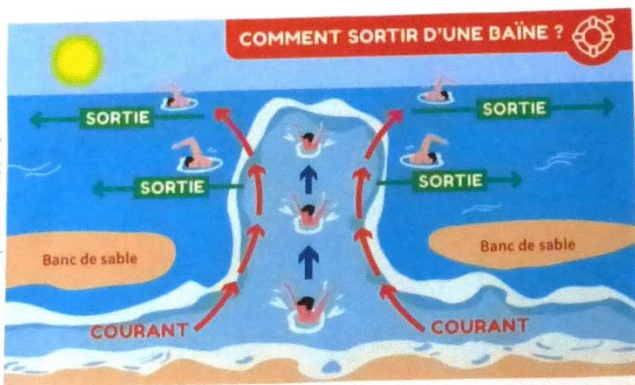


P. Roudeau

Baignes

Cuvettes creusées par la houle dans l'estran, remplies à marée haute.

Identification: zone d'eau calme entre déferlentes.

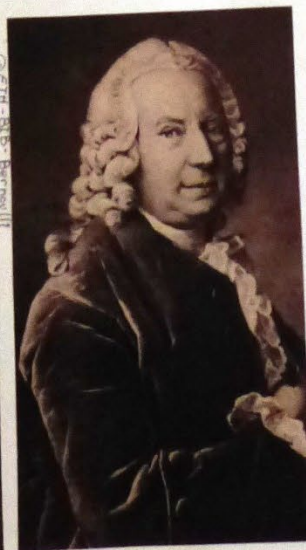


Danger!

- n'essayez pas de remonter le courant
- revenez plus loin en passant au large

Plus fort danger
à mi-marée
quand l'eau s'évacue par un étroit chenal.

- 3 dernières heures, à marée descendante
- 3 premières heures, à marée montante



Daniel Bernoulli
(1700-1782 Suisse)
Si la vitesse d'un fluide augmente, la pression diminue.



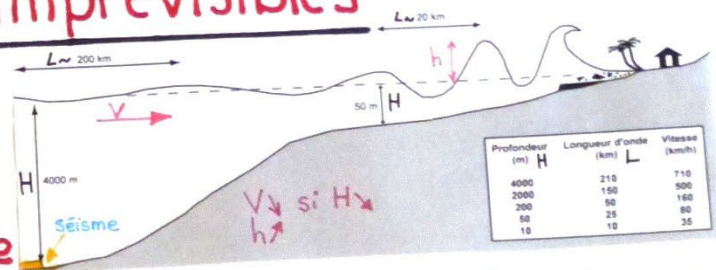
P. Roudeau

Tsunamis

vague du port
raz-de-marée

Rares, dangereux, "imprévisibles"

- séismes (80%) en mer
toute la colonne d'eau
bouge → énergie énorme

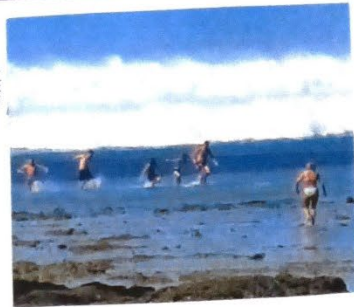


- vitesse énorme en pleine mer, hauteur faible (~m)
- ralentit à la côte, hauteur énorme (~10m)

Origines:



Propagation du tsunami de 2004



Séismes
Sumatra (2004)
h ~ 25-30m
~250 000 morts
record de décès
affecte tout
l'océan Indien

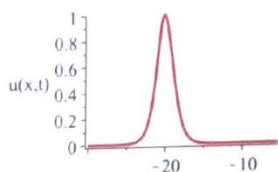


Tohoku (2011) (Fukushima)
h ~ 30m, 20 000 morts

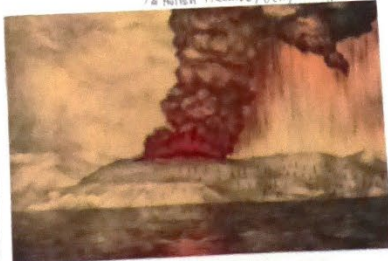


Lisbonne (1755)
h?, milliers de morts

Physique

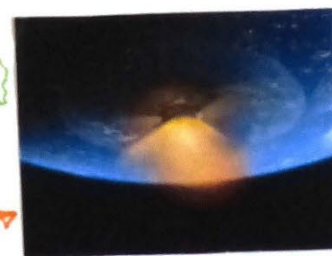


vague = soliton
pas déformée
(étalement est compensé)
équation de Korteweg-de Vries



Volcans
Krakatoa (1883)
h ~ 30m, 36 000 morts

Météo (Tempête)
France (1924)
(côte atlantique)
dizaines de morts



Astéroïde Chicxulub (Yucatan)
66 Ma, h ~ 1000m, Ø ~ 14km
disparition de 50-75% des espèces
(pas uniquement due aux tsunamis)
~ 30 000 fois l'énergie de celui de

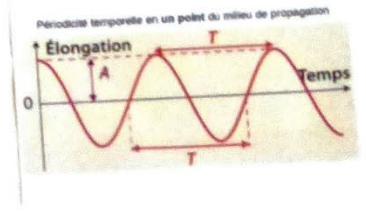
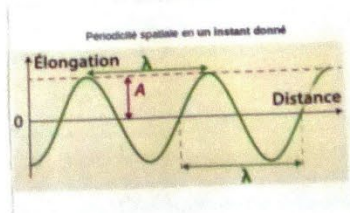
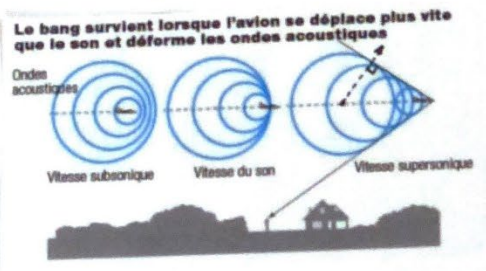
Vagues de Choc



Onde "idéale":

Ex: onde sonore

$$c = \frac{\lambda}{T} = v_{\text{énergie}}$$



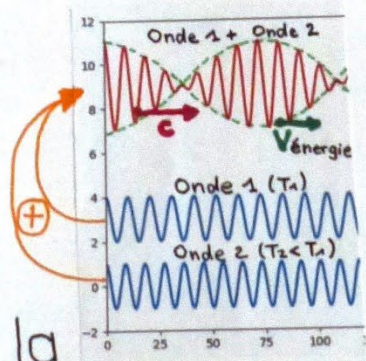
Si $v_{\text{avion}} > v_{\text{son}}$ les ondes émises dans une direction précise (θ) s'additionnent \rightarrow concentration d'énergie sur un cône \rightarrow "Bang"

$$\sin(\theta) = \frac{c}{v_{\text{avion}}}; c = 340 \text{ m/s} = 1200 \text{ km/h}$$

Onde réelle:

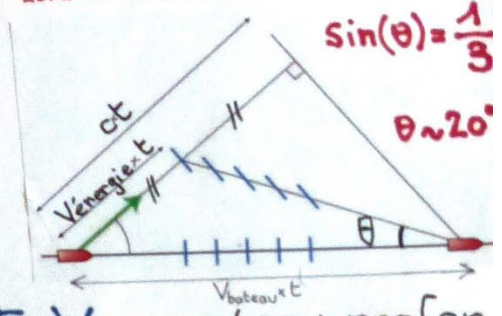
dispersion

- pas une simple oscillation
- interaction avec la matière



$$v_{\text{énergie}} < c$$

Lord Kelvin (1887)



$$\sin(\theta) = \frac{1}{3}$$

$$\theta \sim 20^\circ$$

Ex: Vagues (eau profond)

$$v_{\text{énergie}} = \frac{c}{2}$$



TRÈS SURPRENANT



Canard, gros bateau, bâton déplacé, ...

Valable aussi sur la Lune ou Mars, toute taille ou vitesse,* avec tout liquide, à toute température, ...

Même Sillage!