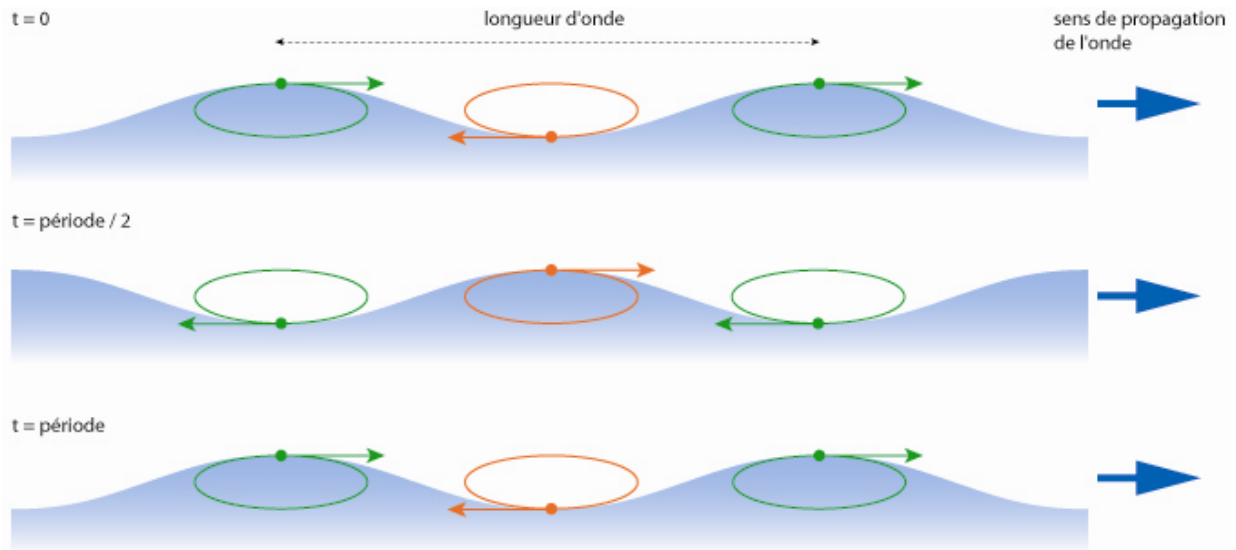




## Ondes courtes, ondes longues



Commençons par quelques définitions générales sur les ondes : la **longueur d'onde** (notée  $\lambda$ ) est la distance séparant deux crêtes successives d'une onde. La **période** (notée  $T$ ) est le temps qui s'écoule entre les passages de deux crêtes successives en un point donné (c'est aussi la période du mouvement d'oscillation d'une particule d'eau). Par définition, la **vitesse**  $c$  d'une onde est ainsi :

$$c = \lambda / T$$

Pour la houle, la longueur d'onde se compte généralement en centaines de mètres et la période en dizaines de secondes. Pour les vagues, la longueur d'onde est de l'ordre du mètre et la période de quelques secondes.

Concernant la vitesse, la formule diffère suivant que la longueur d'onde est plus grande, ou plus petite que la profondeur  $H$  de l'eau :

- **Onde longue (eau peu profonde)**

Si la longueur d'onde est grande par rapport à la profondeur de l'eau, on parle d'**onde longue**, et la vitesse des vagues est donnée par :

$$c = \sqrt{gH}$$

Comme dans le cas de la lumière qui se propage dans le vide, ou le son dans l'air (ou l'eau), cette vitesse ne dépend pas de la longueur d'onde (pourvu qu'elle reste plus grande que  $H$ , bien sûr).

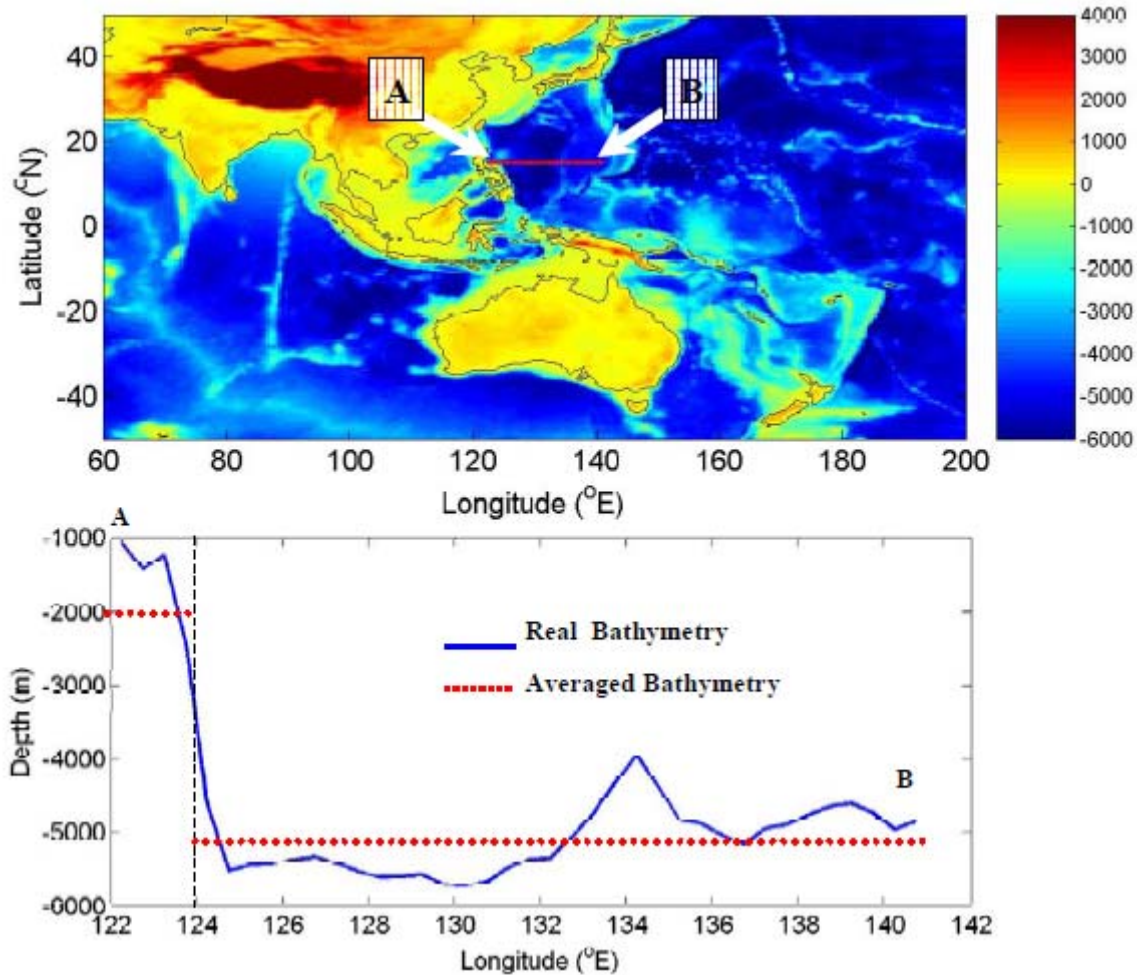
- **Onde courte (eau profonde)**

Si la longueur d'onde est courte par rapport à la profondeur de l'eau, on parle d'**onde courte**, et la vitesse dépend alors de la longueur d'onde :

$$c = \sqrt{g \lambda / 2\pi}$$

Notez que la formule ne dépend pas de  $H$ , car il n'y a aucune influence du fond de l'océan sur l'onde (car ce fond est loin comparé à la longueur d'onde). Pour les ondes courtes, les oscillations des particules d'eau se font selon des trajectoires parfaitement circulaires.

**Exercice (épreuve 2010) :** La figure ci-dessous montre la topographie du fond de l’océan (bathymétrie). Un tremblement de terre survient au site B (15,25° N, 140° E) à 1h50 du matin. Estimez le temps d’arrivée du tsunami au site A (15,25° N, 122° E). Pour éviter les difficultés dans les calculs, la bathymétrie moyennée entre les sites A et B est montrée par une ligne rouge en pointillés sur la seconde figure. On donne  $\sin(15,25^\circ) = 0,26$  ;  $\cos(15,25^\circ) = 0,96$  ; accélération gravitationnelle  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$  ; rayon de la Terre  $R = 6400 \text{ km}$ . Vous supposerez que les sites A et B sont dans le même fuseau horaire. (3 pts)



**Correction :** Avant tout, il faut déterminer la distance entre les points A et B. Cet arc de cercle est situé sur un parallèle à 15,25° de latitude nord. La circonférence de ce parallèle est égale à  $2\pi R \cos(15,25^\circ) = 38\,603,9 \text{ km}$ . La distance  $l$  entre A et B, qui vaut 18° de longitude, se décompose en une distance  $l_1$  (16° de longitude à une bathymétrie de 5000 m) et une distance  $l_2$  (2° de longitude à une bathymétrie de 2000 mètres). On a :

$$l_1 = 38\,603,9 \times 16/360 = 1715,7 \text{ km}$$

$$l_2 = 38\,603,9 \times 2/360 = 214,5 \text{ km}$$

On sait ensuite que, pour les tsunamis de période suffisamment longue, typiquement une dizaine de minutes, soit la plupart des tsunamis d’origine tectoniques, la longueur d’onde (plus de 100 km) est plus grande que la profondeur d’eau  $h$ , et dès lors, la vitesse  $v$  de déplacement d’un tsunami est donnée par :  $v = \sqrt{gh}$ . Le tsunami se déplace donc d’abord à la vitesse  $v_1 = \sqrt{(10 \times 5000)} = 223,6 \text{ m/s}$  puis à la vitesse  $v_2 = \sqrt{(10 \times 2000)} = 141,4 \text{ m/s}$

Le temps de déplacement est donc égal à  $l_1 / v_1 + l_2 / v_2 = 7673 + 1517 = 9190 \text{ secondes} = 2 \text{ heures } 33 \text{ minutes et } 10 \text{ secondes}$ . **L’heure d’arrivée du tsunami sera donc 4h 23 mn 10 s du matin.**