

ACT DOC 2: LA HOULE

La houle est formée par le vent : c'est un phénomène périodique, se présentant sous l'aspect de vagues parallèles avec une longueur d'onde λ de l'ordre de 100 m au large, où la profondeur moyenne de l'océan est d'environ 4 000 m. Les particules d'eau misent en mouvement au passage d'une onde se déplacent avec un petit mouvement qui leur est propre, mais reste en moyenne à la même position. [Animation: la houle](#)

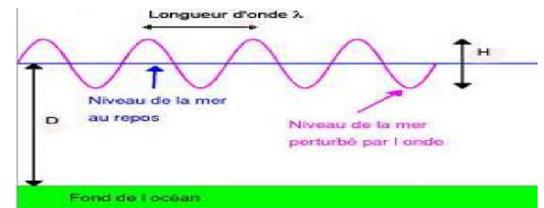


Les physiciens, modélisent la houle par une onde mécanique qui correspond au phénomène de propagation d'une perturbation sans transport de matière mais avec transport d'énergie. La houle se déplace avec une célérité notée v et exprimée en mètre par seconde.

Document 1 : http://www.ifremer.fr/lpo/cours/vagues_ondes/shorhoule.html

En océanographie, les ondes de surface se matérialisent par une déformation de la surface de la mer. Ces ondes sont appelées « houle ». Ces ondes se caractérisent par trois paramètres :

- la hauteur des vagues H ("wave height" en anglais)
- la période des vagues T ("wave period")
- la profondeur de la mer D ("local depth")



De ces paramètres découle une autre grandeur importante, la longueur d'onde λ (lambda), distance entre deux crêtes consécutives. Si on change la période T des vagues, la longueur d'onde change aussi. Longueur d'onde λ et période T sont liées par la relation $\lambda = v T$ où v est la célérité de l'onde, aussi appelée « vitesse de phase ».

On peut classer les ondes de surface, en fonction de leurs caractéristiques et de celles du milieu de propagation, en « ondes courtes » et en « ondes longues ».

Ondes courtes : lorsque la longueur d'onde λ est faible par rapport à la profondeur locale D de l'océan (au moins $\lambda < 0,5 D$). Leur célérité v est définie par :

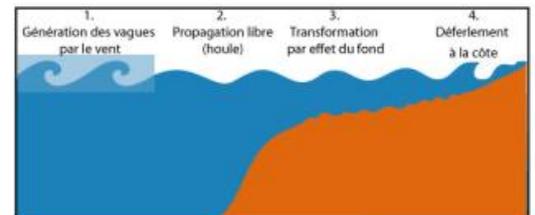
$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2 \cdot \pi}}$$

Ondes longues : lorsque la longueur d'onde λ est très grande par rapport à la profondeur D de l'océan ($\lambda > 10 D$), les ondes sont appelées ondes longues. Leur célérité v est définie par :

$$v = \sqrt{g \cdot D}$$

Document 2 : Déferlement des vagues sur la côte

En arrivant près de la côte, la houle atteint des eaux peu profondes. Dès que la profondeur est inférieure à la moitié de la longueur d'onde, les particules d'eau sont freinées par frottement avec le sol. La houle est alors ralentie et sa longueur d'onde diminue. Ces modifications des caractéristiques de l'onde s'accompagnent d'une augmentation d'amplitude. La période est la seule propriété de l'onde qui ne change pas à l'approche de la côte.



Ainsi en arrivant près du rivage, la vitesse des particules sur la crête est plus importante que celle des particules dans le creux de l'onde, et lorsque la crête n'est plus en équilibre, la vague déferle. D'après <http://ifremer.fr/>

Analyse des documents :

- a) Au large (avec $D_1 = 4000\text{m}$), la houle est-elle classée en ondes courtes ou longues ?
Évaluer la célérité v_1 d'une houle de longueur d'onde $\lambda_1 = 80\text{ m}$, ainsi que la période T de ses vagues.
- b) En arrivant près de la côte sablonneuse (profondeur d'eau $D_2 = 3,0\text{ m}$), la longueur d'onde de la houle devient grande par rapport à la profondeur, elle rentre donc dans la catégorie des ondes longues. Sachant que la période T ne varie pas, évaluer alors sa nouvelle célérité v_2 , ainsi que sa nouvelle longueur d'onde λ_2 . Les résultats obtenus sont-ils conformes aux informations données dans le document 2 ?

- ❶ Au large $h_1 = 4\,000\text{ m}$ et λ de l'ordre de 100 m , on a donc $\lambda < 0,5 h$. La houle est classée en ondes courtes.

La célérité v_1 s'exprime par : $v_1 = \sqrt{\frac{g\lambda_1}{2\pi}} = \sqrt{\frac{9,8 \times 80}{2\pi}} = 11\text{ m.s}^{-1}$

Par définition : $\lambda_1 = v_1 T \Rightarrow T = \frac{\lambda_1}{v_1} = \frac{\lambda_1}{\sqrt{\frac{g\lambda_1}{2\pi}}} = \sqrt{\frac{2\pi\lambda_1}{g}}$.

A.N. : $T = 7,2\text{ s}$.

- ❷ T ne varie pas. Il s'agit d'ondes « longues », on a :

$$v_2 = \sqrt{gh_2} = \sqrt{9,8 \times 3} = 5,4\text{ m.s}^{-1}$$

$$\lambda_2 = v_2 T \Rightarrow \lambda_2 = \sqrt{gh_2} \sqrt{\frac{2\pi\lambda_1}{g}} \Rightarrow \lambda_2 = \sqrt{2\pi\lambda_1 h_2}$$

Application numérique : $\lambda_2 = 39\text{ m}$

Quand la profondeur diminue, on trouve que la vitesse diminue ($v_2 < v_1$) et la longueur d'onde diminue ($\lambda_2 < \lambda_1$) conformément aux données du document 2.

Remarque : $h_A > h_B \Rightarrow v_A > v_B$ donc la vague déferle conformément aux données du doc2.

