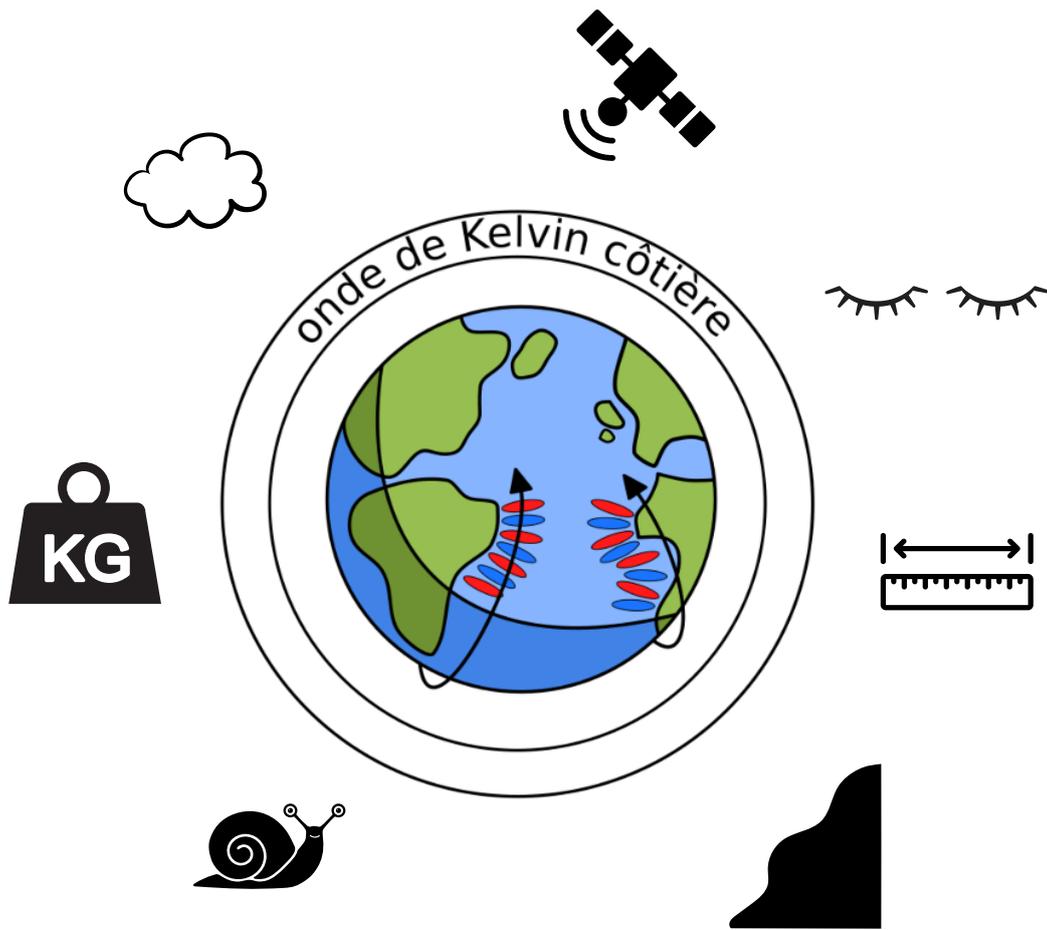


Onde de Kelvin côtière



Les ondes de Kelvin côtières sont des ondes liées à la gravité terrestre qui se déplacent le long des côtes, avec la côte à leur droite dans l'hémisphère nord et à leur gauche dans l'hémisphère sud. La force de Coriolis due à la rotation de la Terre tend à "piéger" ces ondes près des côtes. Elles peuvent être créées par des événements divers comme une tempête tropicale, un gros coup de vent, une marée, et d'autres processus plus complexes.

Leurs longueurs d'onde (espacement entre crête et creux) sont de l'ordre de quelques centaines à plus de mille kilomètres, en fonction des conditions locales. Elles se propagent à des vitesses de l'ordre de 2 à 3 mètres par seconde. Leur amplitude varie de quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres de niveau de mer. Ces caractéristiques dépendent de la profondeur et de la pente de la côte.

Les ondes de Kelvin côtières affectent le niveau de la mer et les nombreux processus côtiers auxquels contribuent l'océan (érosion par exemple).



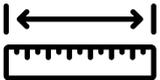
Forcée par l'atmosphère



Visible depuis l'espace



Non sensible à l'échelle humaine



Grande longueur d'onde (500km)



Émise par interaction avec la topographie

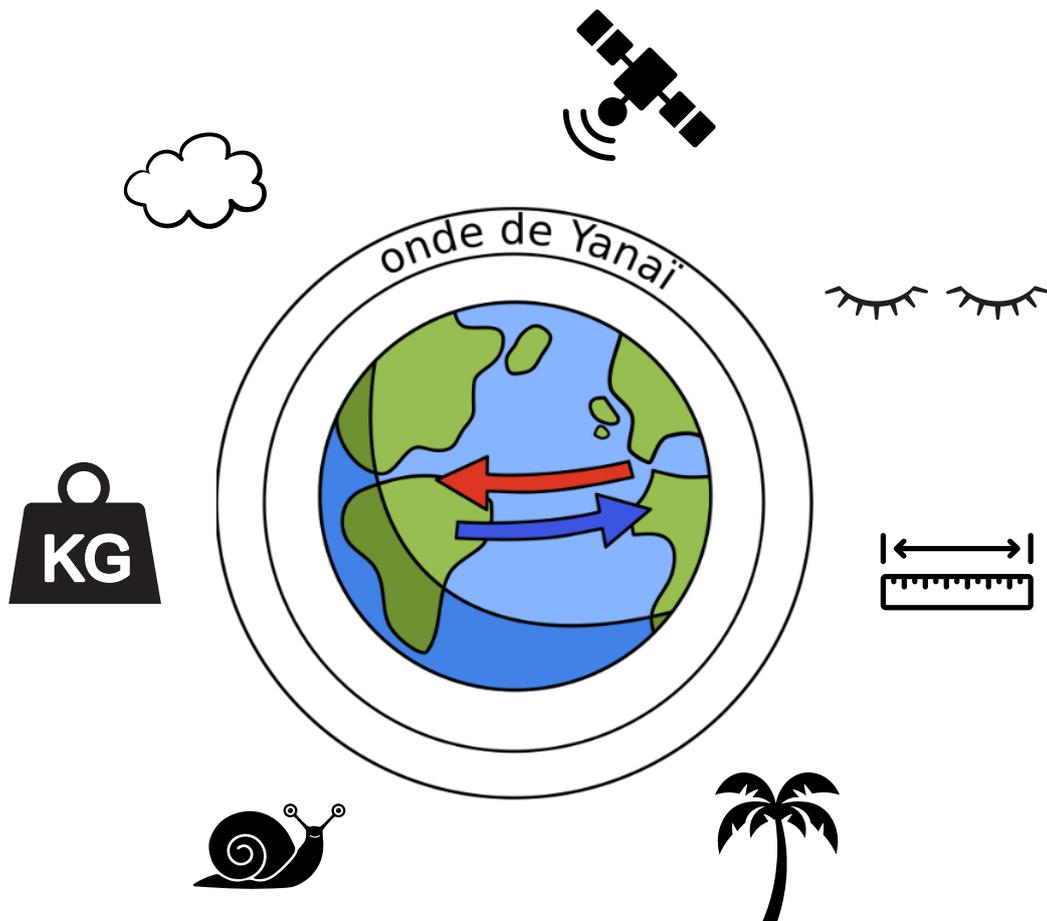


Onde lente



Effet de la gravité

Onde de Yanai



Les ondes de Yanai sont très difficiles à observer, et très difficiles à expliquer ! Ce sont des ondes dont l'existence est due en partie à la gravité, comme les vagues visibles depuis la plage, et en partie à la rotation terrestre et aux variations de la force de Coriolis avec la latitude. Elles se développent et se propagent vers l'Ouest le long de l'équateur. Mais l'énergie de l'onde, elle, est transportée vers l'Est !

Plus précisément, les ondes de Yanai sont aussi appelées ondes équatoriales mixtes Rossby-gravité. Elles combinent des caractéristiques des ondes de Rossby (existence due à la rotation terrestre, propagation vers l'Ouest) et des ondes de Kelvin équatoriales (existence due à la gravité, confinement à l'équateur avec propagation le long de l'équateur).

Leurs longueurs d'onde (espacement entre crête et creux) sont de l'ordre de 1000 à 2000 kilomètres. Elles se propagent à des vitesses de l'ordre de 2 à 3 mètres par seconde en surface. Leur amplitude varie de quelques centimètres à une dizaine de centimètres de niveau de mer.



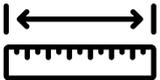
Forcée par l'atmosphère



Visible depuis l'espace



Non sensible à l'échelle humaine



Grande longueur d'onde (1000-2000km)



Onde tropicale

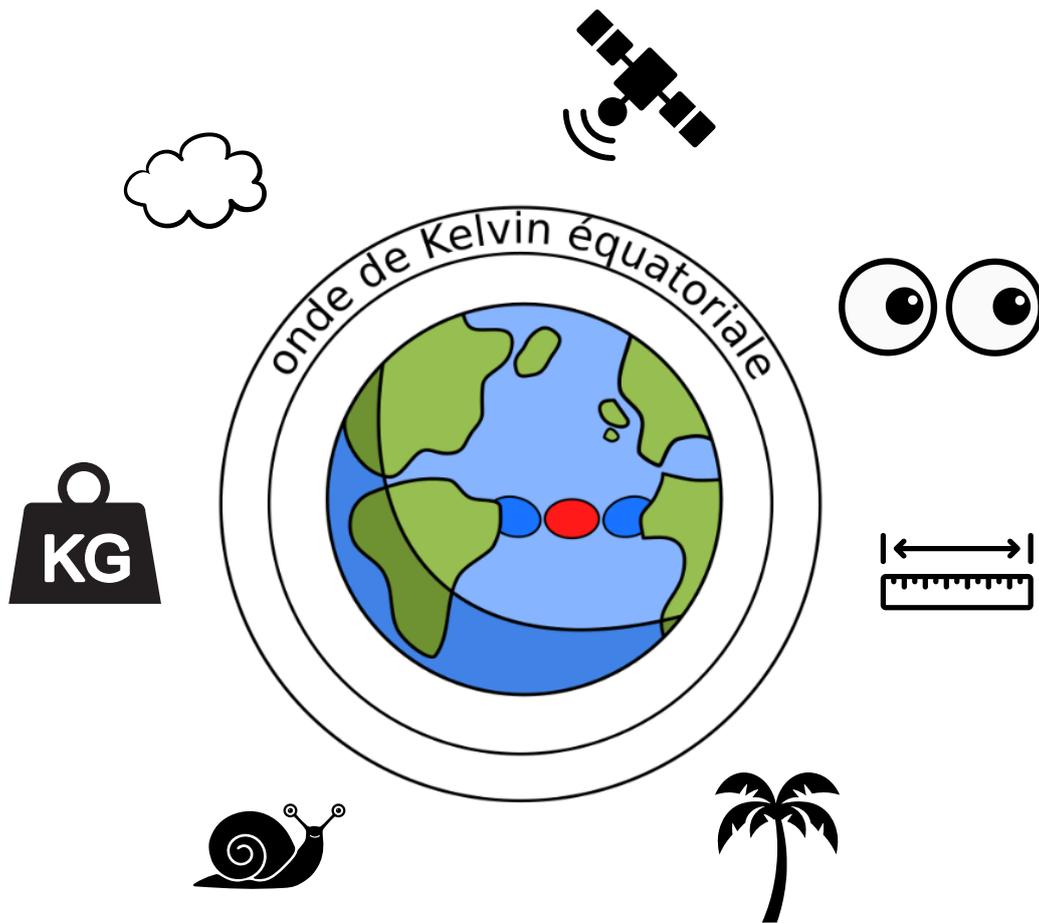


Onde lente



Effet de la gravité

Onde de Kelvin équatoriale



Les ondes de Kelvin équatoriales sont des ondes liées à la gravité terrestre qui se déplacent vers l'Est le long de l'équateur. La force de Coriolis due à la rotation de la Terre tend à "piéger" ces ondes près de l'équateur en les empêchant de se disperser vers les pôles. Elles peuvent être créées par des événements divers comme une tempête tropicale, un gros coup de vent, une marée, et d'autres processus plus complexes.

Leurs longueurs d'onde (espacement entre crête et creux) sont de l'ordre de 1000 à 2000 kilomètres. Elles se propagent à des vitesses de l'ordre de 2 à 3 mètres par seconde en surface. Leur amplitude varie de quelques centimètres à une dizaine de centimètres de niveau de mer. Ces caractéristiques varient selon les conditions océaniques et la proximité d'une côte.

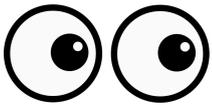
Les ondes de Kelvin équatoriales jouent un rôle majeur dans les phénomènes climatiques comme El Niño, car elles permettent le déplacement rapide des eaux chaudes de l'ouest du Pacifique vers l'est.



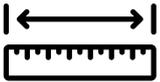
Forcée par l'atmosphère



Visible depuis l'espace



Visible à l'échelle humaine



Grande longueur d'onde (1000-2000km)



Onde tropicale

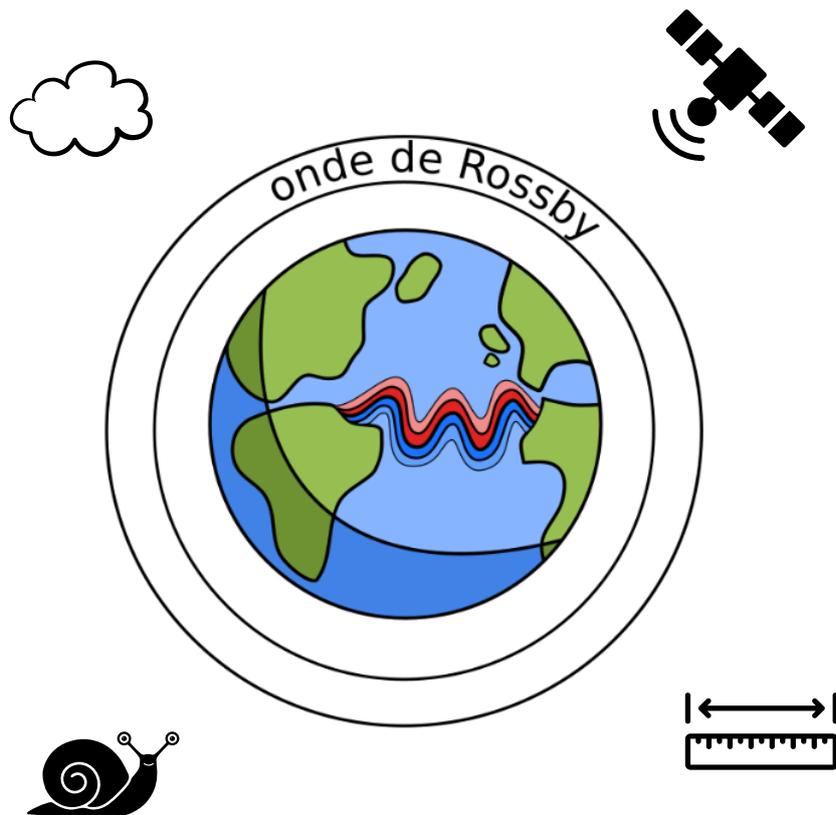


Onde lente



Effet de la gravité

Onde de Rossby



Les ondes de Rossby océaniques sont des grandes ondes qui se déplacent vers l'Ouest dans les grands bassins océaniques. Elles sont dues à la rotation de la Terre et aux variations de la force de Coriolis avec la latitude. Elles oscillent dans un plan horizontal tangent à la sphère terrestre, donc ne sont pas liées à la gravité terrestre.

Leur longueur d'onde (espacement entre crête et creux) peut varier considérablement, allant de plusieurs centaines de kilomètres à plusieurs milliers de kilomètres. Leur vitesse est très petite : moins de 1 km par jour pour les plus petites, et jusqu'à 10 km par jour. La vitesse des ondes de Rossby est plus rapide près de l'équateur et diminue à mesure que l'on se rapproche des pôles.

Les ondes de Rossby océaniques influencent les courants océaniques et les oscillations climatiques à longue période comme El Niño et La Niña.



Forcée par l'atmosphère



Visible depuis l'espace

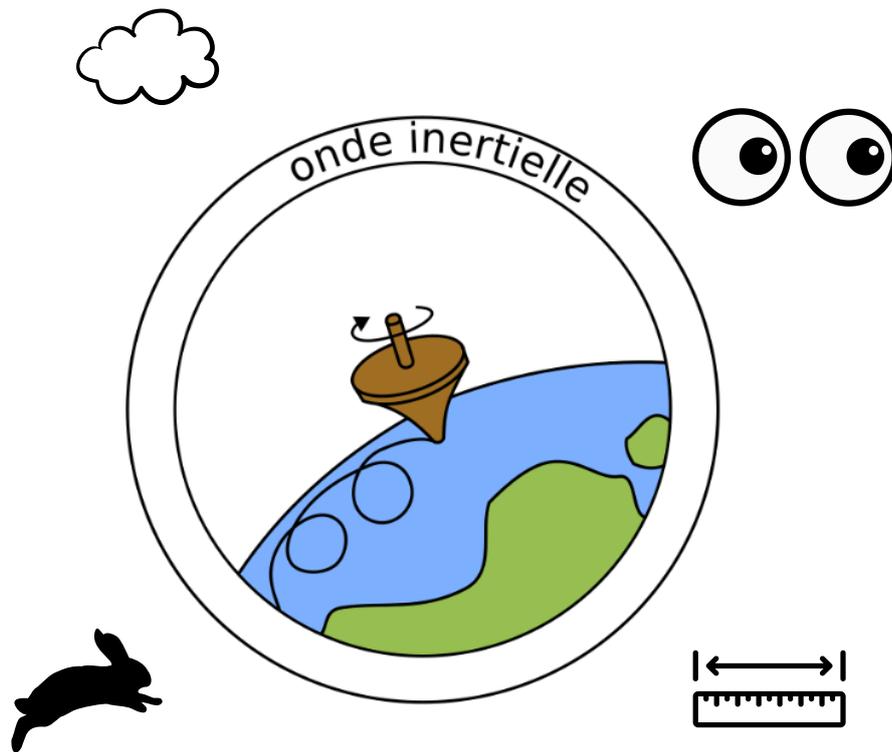


Grande longueur d'onde (1000-2000km)



Onde lente

Onde inertielle



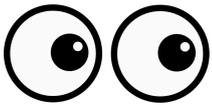
Une oscillation inertielle, c'est lorsque l'eau à la surface de l'océan se met à tourner en rond toute seule après avoir été bousculée par le vent, comme une toupie qui continue de tourner une fois lancée. Cette onde n'est pas liée à la gravité en premier lieu, elle se développe dans un plan horizontal.

Cette rotation, due à la force de Coriolis, fait que l'eau se déplace en grands cercles, parfois sur des dizaines de kilomètres (taille d'une grande ville), et à des vitesses allant jusqu'à plusieurs nœuds (environ 1 à 2 m/s).

C'est comme un bal des courants, où l'océan danse en rond, juste parce qu'il a été poussé par le vent et qu'il est influencé par la rotation de la Terre.



Forcée par l'atmosphère



Visible à l'échelle humaine

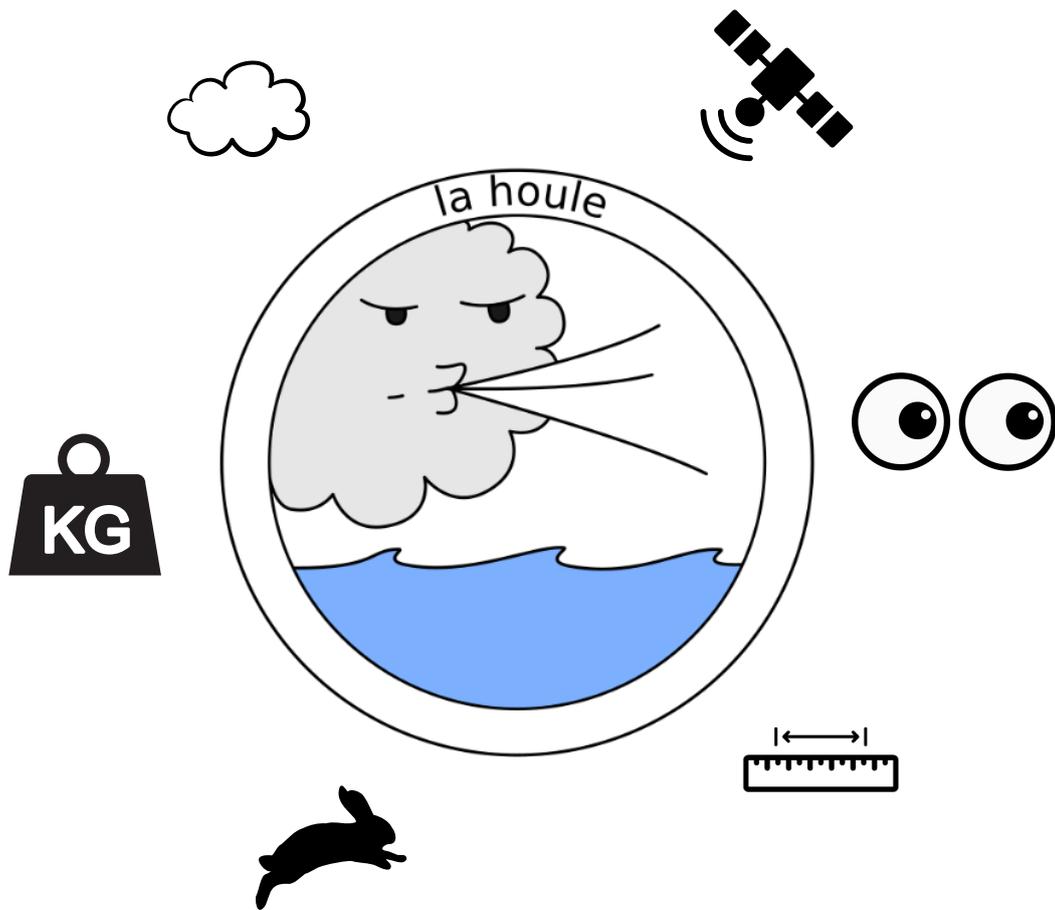


Grande longueur d'onde (1000-2000km)



Onde rapide

La Houle



La houle sont des vagues dont le voyage commence loin au large, là où le vent souffle fort. Elles sont créées par le vent qui "caresse" la surface de l'eau.

Elles peuvent atteindre plusieurs mètres de haut (amplitude), et voyagent sur des centaines de kilomètres à une vitesse semblable à celle d'une voiture (jusqu'à 50-60 km/h).

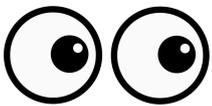
Même après que le vent se soit calmé, la houle continue son chemin, apportant avec elle la mémoire des tempêtes passées, jusqu'aux côtes où les surfeurs s'amuse avec elle.



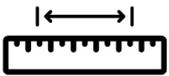
Forcée par l'atmosphère



Visible depuis l'espace



Visible à l'échelle humaine



Petite longueur d'onde (10-100m)

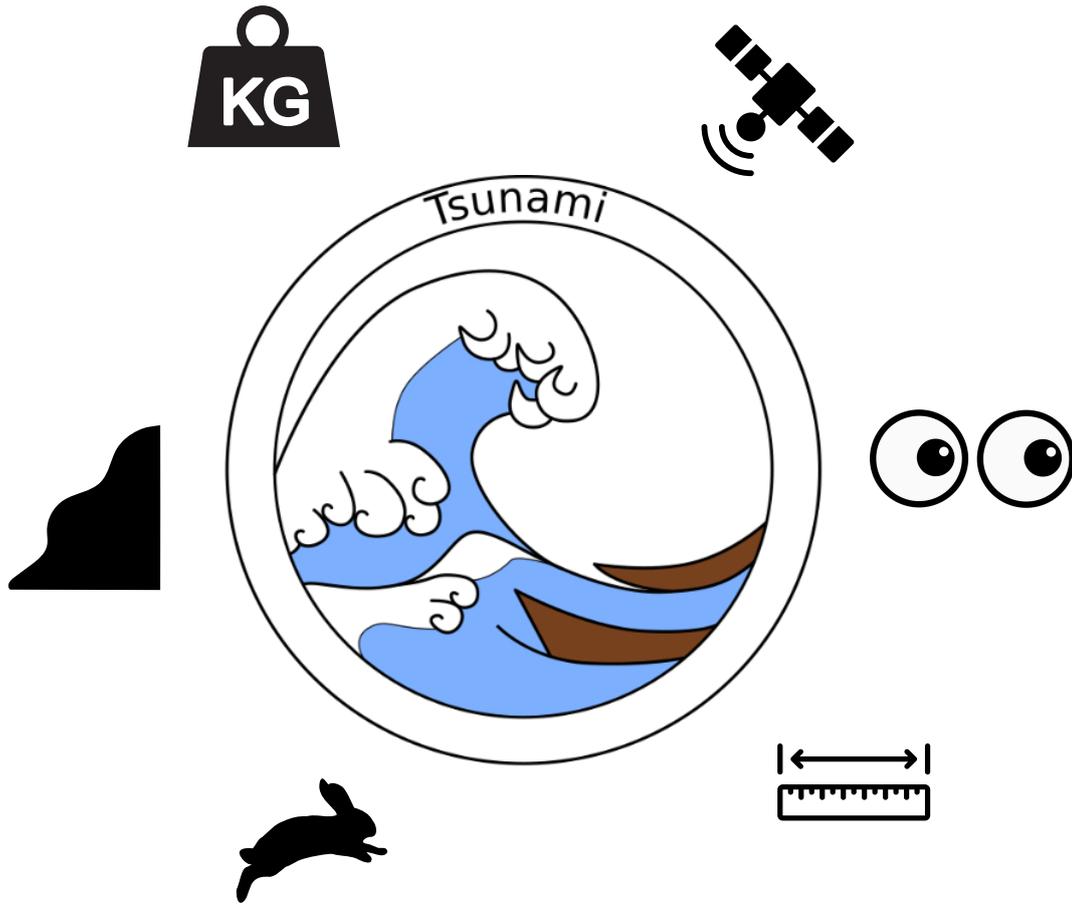


Onde rapide



Effet de la gravité

Tsunami



Un tsunami est un train de vagues à la surface de l'océan, générées par un déplacement soudain et massif de l'eau : tremblement de terre, éruption volcanique, ou glissement de terrain sous-marins.

En haute mer, les vagues de tsunami peuvent se déplacer à des vitesses de 500 à 800 km/h, presque comme un avion de ligne. La distance entre deux crêtes de vagues (longueur d'onde) peut atteindre plusieurs centaines de kilomètres, ce qui les rend presque imperceptibles. En haute mer, les tsunamis ont souvent une faible hauteur (amplitude), de l'ordre de quelques dizaines de centimètres à un mètre. Mais à mesure qu'ils s'approchent des côtes, l'onde se comprime, et la hauteur des vagues peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

La combinaison de la longueur d'onde, de la vitesse et de l'amplitude des vagues de tsunami les rendent particulièrement dangereuses pour les populations des zones côtières de l'océan.



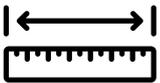
Émise par interaction avec la topographie



Visible depuis l'espace



Visible à l'échelle humaine



Grande longueur d'onde (100km)

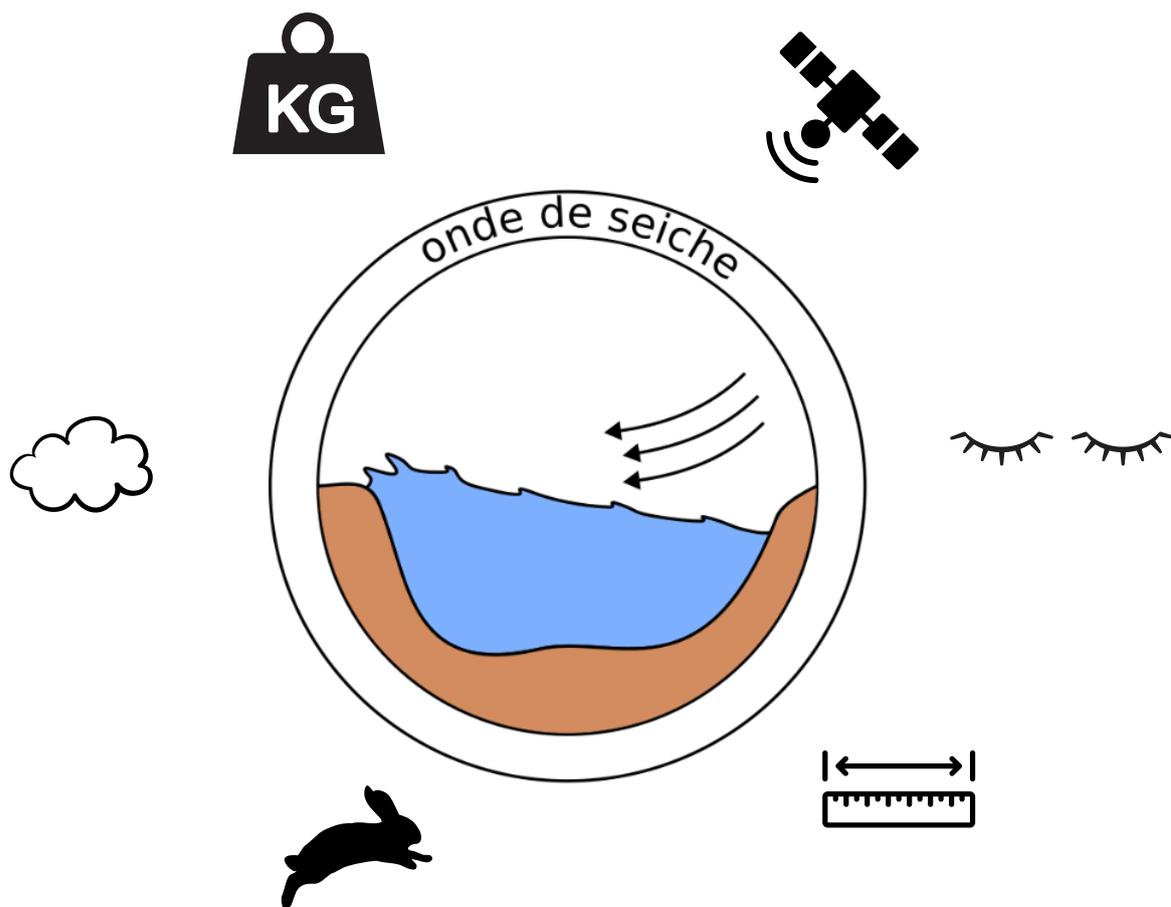


Onde rapide



Effet de la gravité

Onde de seiche



Dans un bassin (lac, port ou golfe), le niveau d'eau peut s'incliner sous l'action du vent, variations de pression atmosphérique ou de la marée. A l'arrêt de cette action, la gravité tend à rétablir une surface horizontale mais la masse d'eau oscille dans son bassin : on parle alors d'ondes de seiche.

Ces oscillations peuvent persister plusieurs heures selon la taille du bassin, avec des creux de parfois quelques mètres sur un cycle de quelques minutes.

Parfois, quand la période de l'onde de seiche et la période de rotation de la Lune sont similaires, l'effet est amplifié et des hauteurs de marnage d'une dizaine de mètres comme par exemple dans la baie de Fundy au Canada.



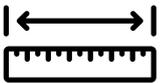
Forcée par l'atmosphère



Visible depuis l'espace



Non sensible à l'échelle humaine



Grande longueur d'onde (100km)

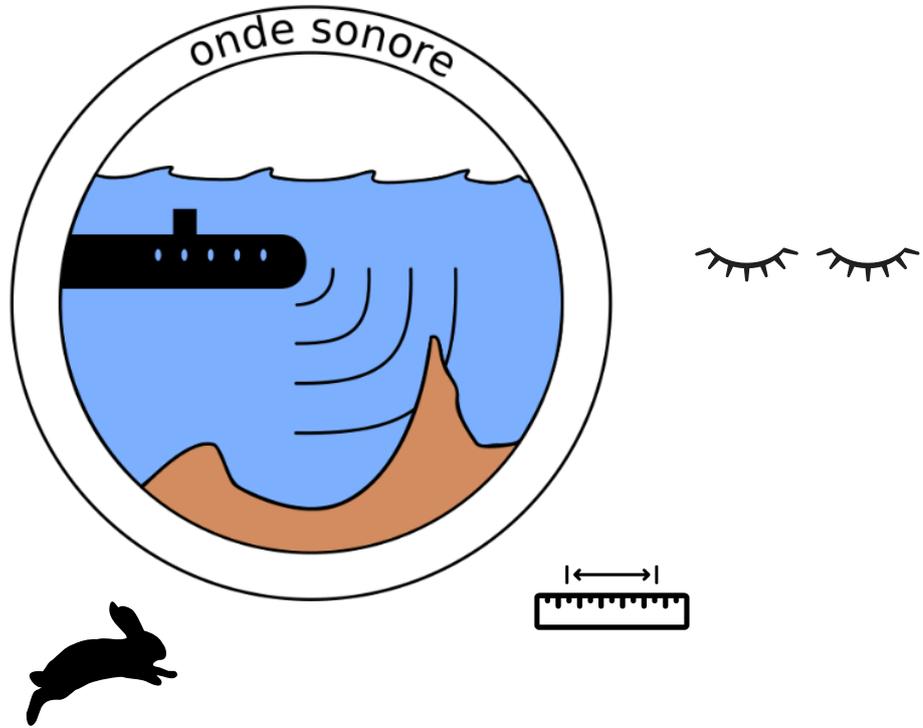


Onde rapide



Effet de la gravité

Onde sonore



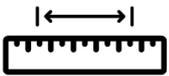
Une onde sonore est la propagation d'une surpression dans un fluide (air ou eau). Leur vitesse de propagation (célérité) dépend de la densité du milieu, ainsi un son se propage plus rapidement dans l'eau que dans l'air, avec une vitesse pouvant atteindre 1500 m/s.

Dans l'océan, plusieurs sources émettent des ondes sonores. On pense d'abord à la vie aquatique avec le chant des baleines et le rire moqueur des dauphins mais on peut aussi mesurer les populations des espèces de la faune aquatique en identifiant les sons qu'ils émettent par surveillance acoustique passive. Un micro immergé pourra aussi capturer le roulement des galets déplacés par la marée et les changements géologiques du plancher de l'océan.

La profondeur de l'océan (bathymétrie) est mesurée par un sondeur acoustique. Un signal sonore est envoyé vers les profondeurs et on chronomètre le temps mis par le signal pour faire l'aller-retour du bateau au fond de l'eau. Les sous marins utilisent le même principe pour se repérer avec les sonars.



Non sensible à l'échelle humaine

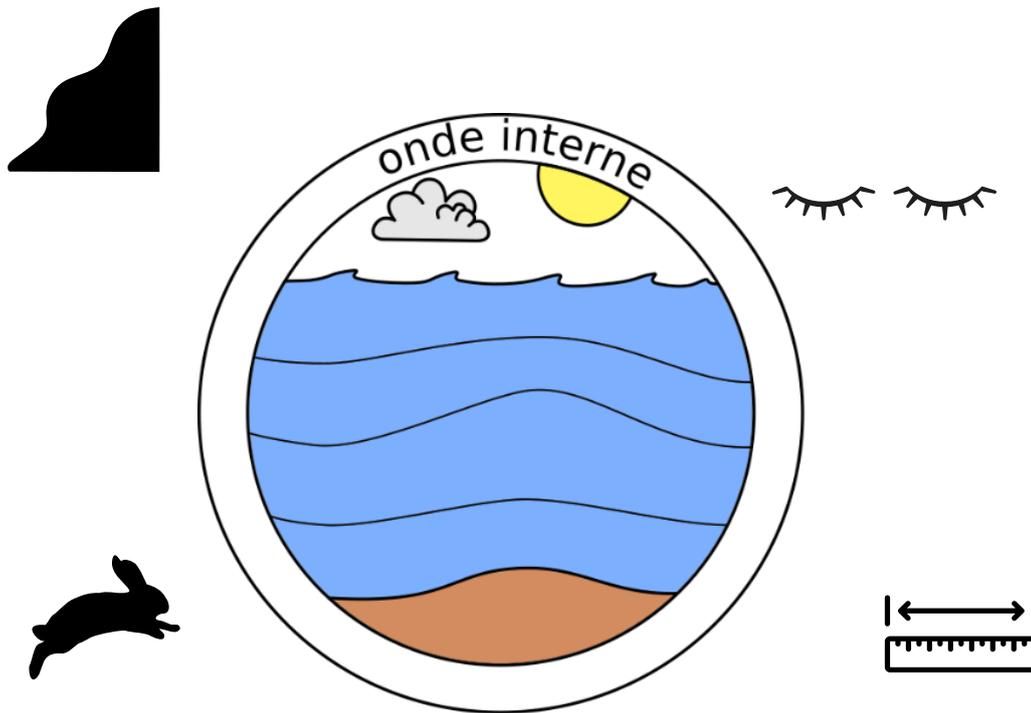


Petite longueur d'onde (0.001mm)



Onde rapide

Onde interne



Les ondes internes sont des vagues liées à la gravité (comme les vagues en surface que l'on voit de la plage), qui se forment sous la surface, à l'intérieur des couches d'eau de différentes densités. Elles sont générées lorsque la marée rencontre des obstacles comme des montagnes sous-marines.

Elles avancent lentement, à la vitesse d'une marche humaine (0.1 à 1 m/s), mais leur déplacement vertical peut atteindre celle d'un immeuble (50 à 100 m). L'espace entre les crêtes et les creux des vagues (la longueur d'onde) est de plusieurs dizaines de kilomètres.

Bien qu' invisibles depuis la surface, ces vagues transportent de l'énergie et jouent un rôle crucial dans la circulation océanique. Elles peuvent même représenter un danger mortel pour les sous-marins.



Émise par interaction avec la topographie



Non sensible à l'échelle humaine

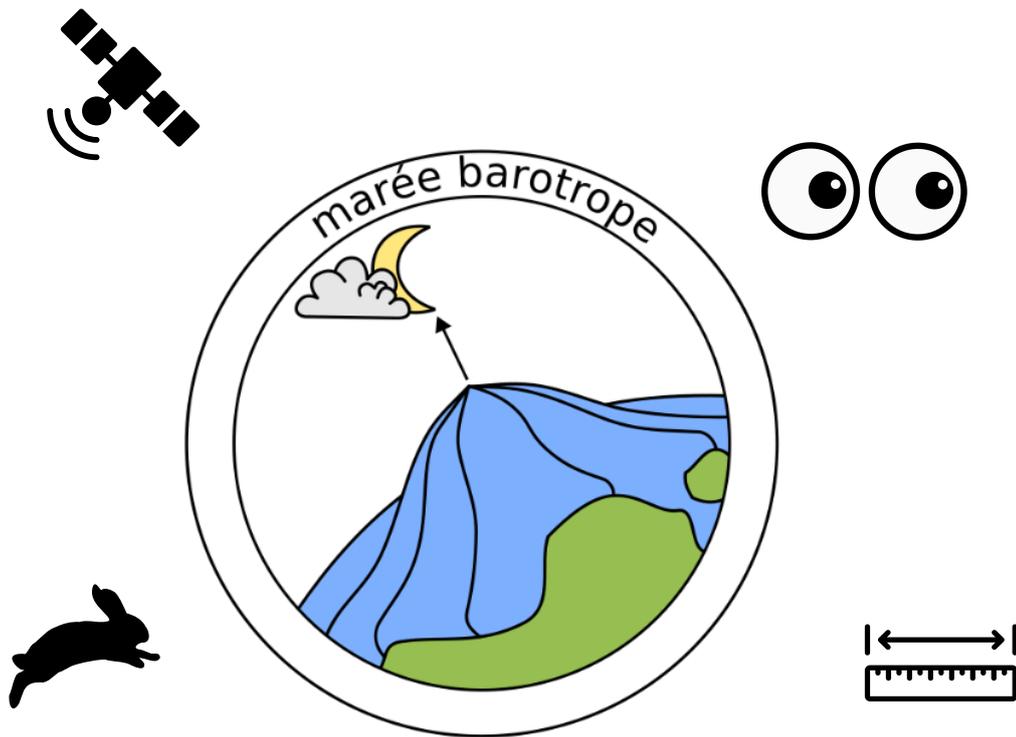


Grande longueur d'onde (100km)



Onde rapide

Marée barotrope



La marée barotrope est une immense vague qui parcourt tout l'océan, de la surface jusqu'au fond, en réponse à l'attraction de la Lune et du Soleil.

Cette vague se déplace rapidement, à la vitesse d'un avion de ligne (jusqu'à 800 km/h en pleine mer). Elle monte et descend d'environ un mètre en pleine mer, et jusqu'à plusieurs mètres sur la côte.

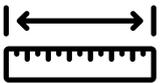
C'est la marée que l'on voit à la plage, avec toute la colonne d'eau bougeant ensemble, comme un géant océanique qui respire en rythme avec les astres.



Visible depuis l'espace



Visible à l'échelle humaine



Grande longueur d'onde (1000km)



Onde rapide