

La réfraction de la houle

La réfraction de la houle est un phénomène singulier que j'ai souhaité expliquer théoriquement. Le TIPE était, ainsi, le moment idéal pour se consacrer à ce sujet.

Ce sujet m'a également permis de découvrir des applications pratiques de la physique.

Ce sujet s'inscrit parfaitement dans le thème de l'année, car la houle est un mouvement ondulatoire de la surface de la mer. Et ce projet de recherche consiste à décrire un aspect, en particulier, de ce phénomène océanique.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Mécanique), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (ETAPE 1)

| Mots-Clés (en français) | Mots-Clés (en anglais) |
|---------------------------|------------------------|
| <i>Houle linéaire</i> | <i>Linear theory</i> |
| <i>Hauteur d'eau</i> | <i>Height of water</i> |
| <i>Célérité de l'onde</i> | <i>Phase velocity</i> |
| <i>Réfraction</i> | <i>Refraction</i> |
| <i>Crêtes de vague</i> | <i>Wave crests</i> |

Bibliographie commentée

-La propagation de la houle a fait l'objet de nombreuses analyses mathématiques. En hydrodynamique, ces différents modèles de houle permettent une étude des propriétés de la déformée de la surface libre, des champs des vitesses et de pressions induits dans le fluide (pour des projets de génie côtier, prévoir les zones de surfs, etc...).

Dans cette étude, nous considérons la théorie des ondes linéaires, ou **théorie d'Airy** [1]. Cette méthode décrit une houle linéaire dont l'amplitude est supposée infiniment faible et dont le fluide est supposé non visqueux, incompressible et irrotationnel.

Ce modèle est classiquement utilisé pour l'étude de la propagation de la houle en présence de milieux inhomogènes conduisant à des phénomènes de réflexion, réfraction ou diffraction de l'onde [2/3]. En particulier, lorsque la houle se propage du large vers le littoral, ses caractéristiques changent. On constate, plus particulièrement, que lorsque la houle arrive près des côtes, les crêtes de vague ont tendance à s'aligner avec le rivage: c'est le phénomène de **réfraction**.

-Il est possible de vérifier que de telles modifications ont lieu avec une cuve à ondes. Une cuve à ondes permet d'observer des ondes de surface [4]: un excitateur d'ondes permet de générer des ondes par transmission à la surface de l'eau des oscillations d'une membrane placée dans l'alimentation à la suite de variations de la pression atmosphérique.

Or, dans le cas de la réfraction, le modèle linéaire fournit l'importance de l'évolution de la hauteur de la houle. De manière analogue, il suffit alors de modifier la profondeur d'une zone de la cuve pour observer un changement de la direction de propagation d'ondes à la surface de l'eau [5].

De plus, cette expérimentation permet d'établir une loi empirique, équivalente à la **loi de Snell-Descartes** en optique.

-La **bathymétrie** des fonds [6] joue un rôle prépondérant dans la transformation de la houle lors de sa propagation. Ainsi, associée à la loi empirique, prouvée expérimentalement, il est possible de tracer les lignes de crête près des rivages [2].

Problématique retenue

Pourquoi les crêtes de vague semblent arriver parallèlement au rivage?

Objectifs du TIPE

1. Comprendre le phénomène de réfraction
2. Etudier expérimentalement la réfraction de la houle
3. Vérifier si la conjecture est correcte par comparaison entre une simulation numérique et le réel

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] GEORGE BIDDELL AIRY : Tides and waves : *J. J. Griffin*
- [2] FRANÇOIS MARIN : Hydrodynamique marine: La houle, les fonds marins et le littoral - Cours, logiciels et exercices corrigés : *Editions Ellipses p.7-14/ p.24-27*
- [3] JEAN-PIERRE SARMANT : Exercices et problèmes de mécanique: 2ème année MP, PC, PSI, PT : *Edition Lavoisier/ Tec&Doc Collection de Sciences-Physiques p.104-106*
- [4] Notice_1: Utilisation d'une cuve à onde : https://www.ld-didactic.de/documents/fr-FR/GA/GA/4/401/401501fs.pdf?__hstc=165980577.81ca708397026d2478f7370d75f73749.1580586
- [5] Notice_2: Etude de la réfraction des ondes à l'aide d'une cuve à onde : https://www.ld-didactic.de/documents/fr-FR/EXP/P/P1/P1644_f.pdf?__hstc=165980577.81ca708397026d2478f7370d75f73749.1580586272
- [6] Article de l'IFREMER sur la Bathymétrie : <https://data.ifremer.fr/Tout-savoir-sur-les-donnees/Thematiques/Geophysique/Bathymetrie>