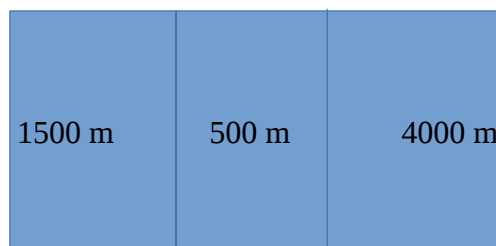


Ondes de gravité et ondes planétaires : circulation sur un seuil topographique

1. Introduction

On cherche à comprendre les propriétés des ondes de gravité et des ondes planétaires (ondes de Kelvin et ondes de Rossby) en présence d'un seuil topographique.

On peut prendre l'exemple du seuil de Sicile : à sa traversée, le courant se divise en deux sous-courants. A l'ouest de la Sicile, le bassin a une profondeur d'environ 1500 m. Au niveau du détroit, la profondeur est d'environ 400-500 m. A l'est, le bassin a une profondeur de 4000 m. On a donc la situation suivante :



On ne s'intéresse dans un premier temps qu'à la présence d'un seul seuil (deux bassins de profondeurs différentes). La forme et la taille du seuil ont une influence sur les courants et les ondes qui traversent le détroit : lorsque la profondeur du seuil diminue, le transport de surface diminue.

Dans un deuxième temps, on regarde ce qui arrive si l'on rajoute un deuxième seuil.

2. Modèle

On utilise un modèle shallow water. Pour simuler la présence d'un seuil, on active les clés open boundary condition et sill. La clé sill permet de simuler un seuil dont la hauteur et la position sont modifiables grâce à la matrice prof et au paramètre ijtopo. La clé open boundary condition permet d'avoir des conditions aux limites modélisant une entrée et une sortie d'eau (vitesse non nulle).

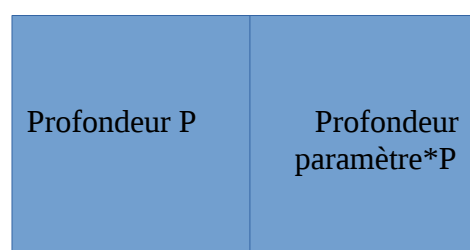
Pour simuler la présence d'un deuxième seuil, on répète la boucle qui définit le seuil. Pour des valeurs plus loin dans la matrice, on change la profondeur.

3. Résultats

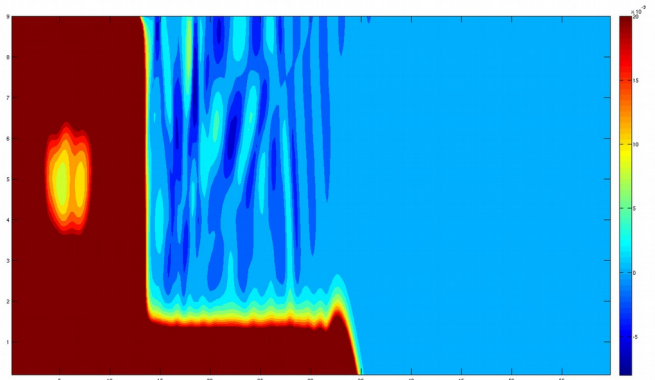
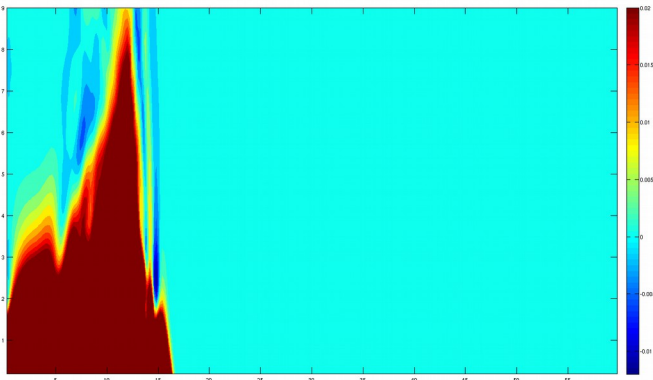
A. Un seul seuil

Le paramètre ijtopo désigne la position du seuil.

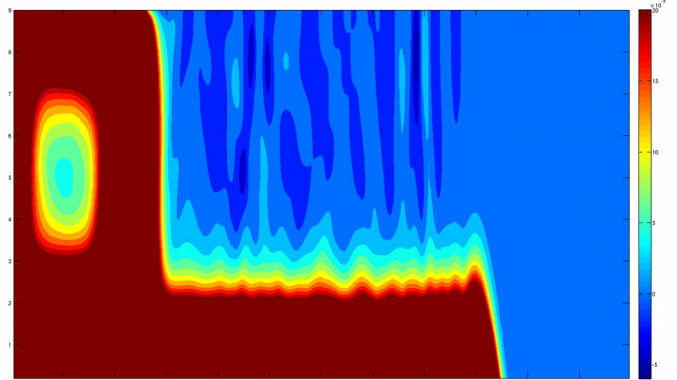
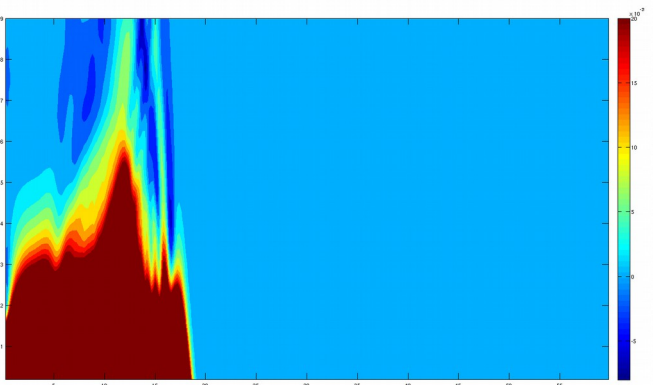
Le paramètre profondeur donne le coefficient par lequel est multipliée la profondeur au niveau du seuil.



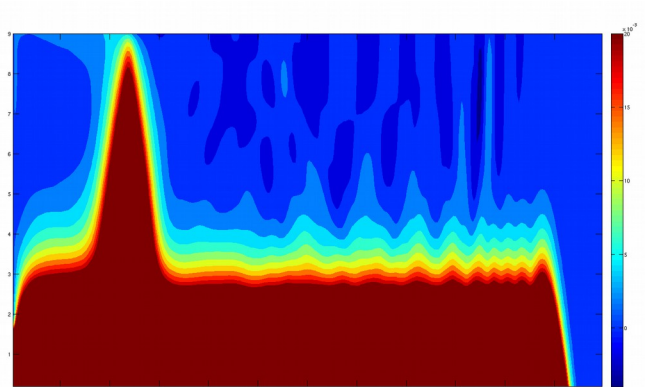
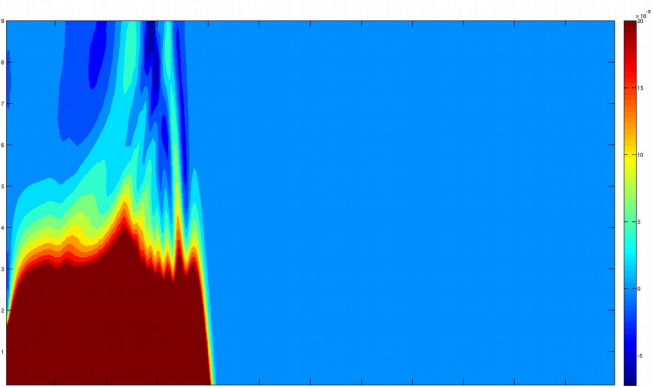
Premier cas : $ij_{topo} = 60$ et profondeur = 0.2



Deuxième cas : $ij_{topo} = 60$ et profondeur = 0.5

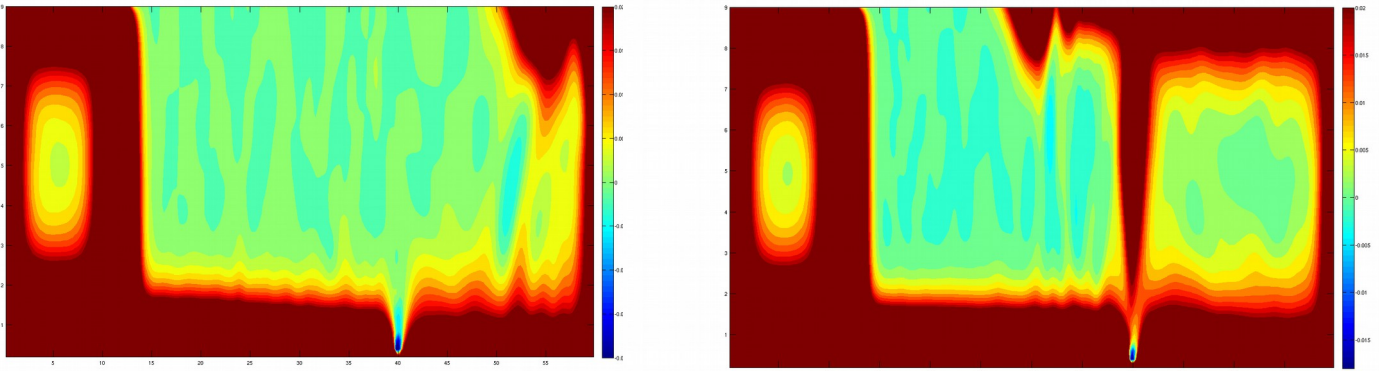


Troisième cas : $ij_{topo} = 60$ et profondeur = 0.8

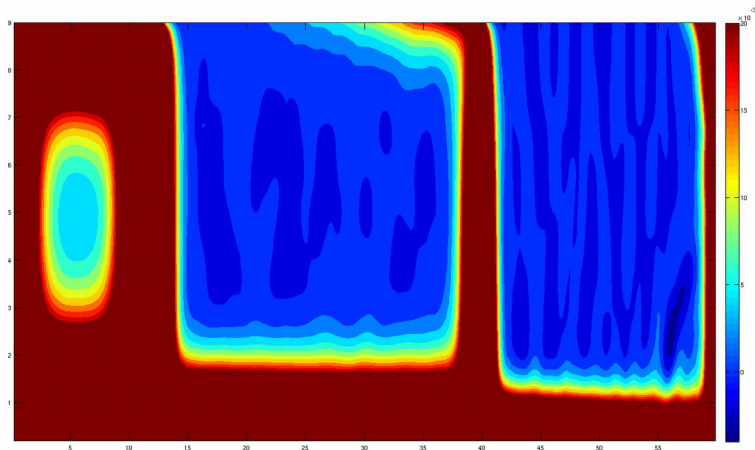


B. Deux seuils

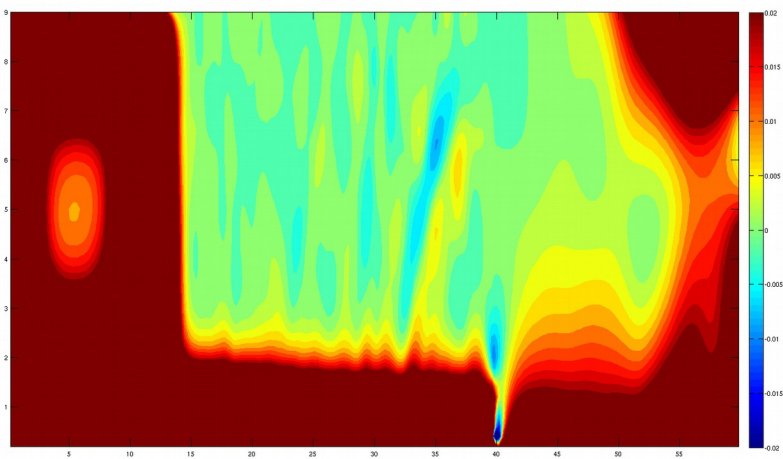
Premier bassin, seuil de profondeur = 0.4, troisième bassin de la profondeur du premier



Premier bassin, seuil de profondeur = 0.4, deuxième bassin, seuil de profondeur = 0.2, troisième bassin

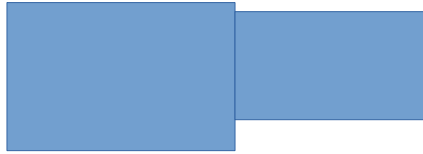


Cas du seuil de Sicile : 1500 m, 500 m puis 4000 m



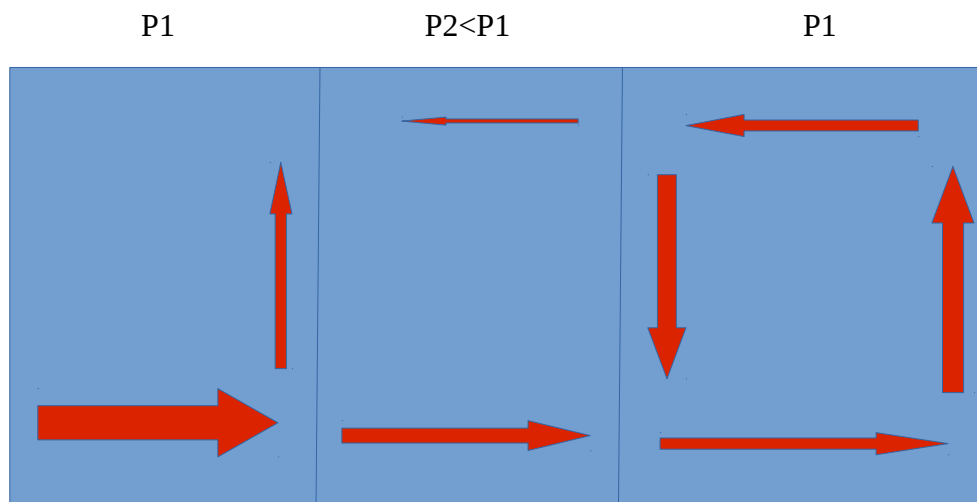
4. Discussion

Le bassin d'entrée (à gauche sur les images) est plus profond que le bassin à droite. La hauteur de surface est plus élevée avant le seuil qu'après :



On remarque que le transport de surface est bien plus important quand la hauteur du seuil est faible (lorsque la profondeur du seuil est de 0.8, au bout du même laps de temps, la partie rouge, qui modélise une onde de Kelvin, va bien plus loin que lorsque la profondeur du seuil est de 0.2). Cette observation est cohérente avec la relation $R = (gH)^{1/2}/f$: lorsque H diminue, R diminue également et l'onde reste piégée encore plus près de la côte.

D'autre part, lorsque le seuil est atteint, une onde de Rossby se développe, laissant la partie avec une plus faible hauteur d'eau sur sa droite. Ceci est confirmé par le cas où il y a trois bassins : si le troisième bassin est plus profond que le deuxième, l'onde de Rossby ne se développe pas lors du passage du deuxième seuil (la profondeur la plus faible ne peut pas être laissée sur la droite). En revanche, lorsque l'onde de Kelvin arrive sur le bord droit du bassin, elle fait le tour. Lors de son arrivée au seuil (branche rouge en haut), une onde de Rossby se forme en laissant le deuxième bassin (de profondeur plus faible) sur sa droite. On a donc la situation suivante :



5. Conclusion

A travers ce TD, nous avons vu l'apparition des ondes de Rossby et de Kelvin sur un seuil topographique. Les ondes de Rossby se propagent le long des isobathes, vers la droite (dans l'hémisphère Nord) ce qu'on observe dans nos simulations. Les ondes de Kelvin restent piégées à la côte.

Nous pouvons discuter certaines limites du modèle, en particulier sur les côtés et le bord supérieur de la simulation. Il serait intéressant de donner des conditions aux limites sur ces bords qui permettraient de modéliser que le courant continue.