

Détermination du niveau des océans par satellite

Objectif:

Détecter les variations brutales du niveau de la mer.

Tipe 2017-2018 «Milieux : interactions, interfaces, homogénéité, ruptures »

Plan:

- I. Introduction sur les techniques de télédétection
- II. Equations physiques (modélisation): Recherche de la fréquence
- III. Description de l'interaction entre l'onde appropriée et la surface de l'eau
- IV. Analyse de données

II. Equations physiques (modélisation):

- Un gaz ionisé
- Dans le plasma les particules sont soumis à la force de Lorentz due aux champs électrique et magnétique de l'onde.

$$\vec{F}_L = q (\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$$

- En négligeant l'effet de la pesanteur et les interactions entre les particules chargés, et en supposant que les particules sont non relativistes (leurs vitesse est très petite devant c (la célérité de la lumière),

- Appliquons le PFD sur les électrons

$$m \frac{d \vec{v}}{dt} = \vec{F}_L$$

D'où $m \frac{d \vec{v}}{dt} = -e \vec{E}$ Avec $\vec{E} = \vec{E}_0 \exp(j\omega t)$

Alors $\vec{v} = -\frac{e}{jm_e \omega} \vec{E}$

Appliquons le PFD pour les cations avec les mêmes hypothèses:

D'où $m \frac{d \vec{v}}{dt} = e \vec{E}$

Alors $\vec{v} = \frac{e}{jm_c \omega} \vec{E}$

On a $\vec{J} = \sum_i n_i q_i \vec{v}_i$ Alors

$$\vec{J} = \frac{n_0 e^2}{j \omega} \left(\frac{1}{m_e} + \frac{1}{m_c} \right) \vec{E}$$

Puisque $m_c \gg m_e$ Alors $\vec{J} = \underline{\sigma} \vec{E} = \frac{n_0 e^2}{jm_e \omega} \vec{E}$

- D'après les équations de Maxwell et en appliquons

$$\text{rot}(\text{rot}(\vec{E})) = \text{grad}(\text{div}(\vec{E})) - \Delta \vec{E}$$

- On obtient:
$$\Delta \vec{E} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d^2 \vec{E}}{dt^2} + \mu_0 \underline{\sigma} \frac{d \vec{E}}{dt}$$

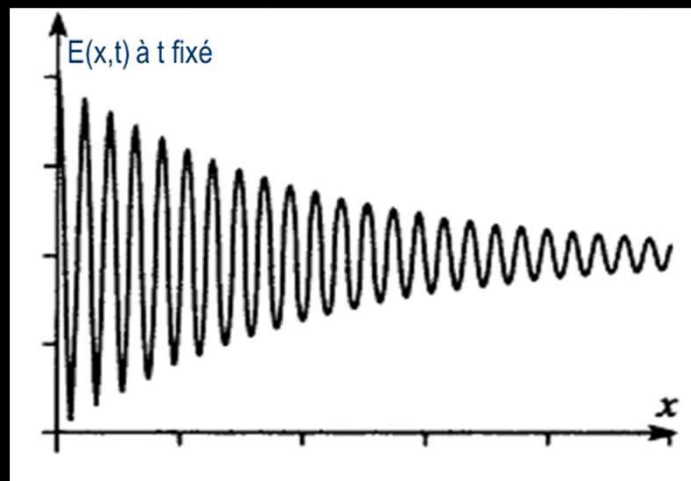
- Résolution :

On cherche une solution de la forme

$$\underline{\vec{E}} = \underline{\vec{E}}_0 e^{i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})}$$

On obtient la relation de dispersion suivante

$$\underline{k}^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}$$



Alors :

avec $\omega_p^2 = \frac{\mu_0 c^2 n e^2}{m}$

Mais puisque l'OPPM n'existe pas réellement, et pour calculer plus facilement la distance entre la surface de l'eau et le satellite, l'émetteur émet un paquet d'onde

- Définition:

On appelle un paquet d'ondes un ensemble d'OPPM de pulsations très voisines. Leurs pulsations sont comprises entre

$$\omega_0 - \frac{\Delta \omega}{2}$$

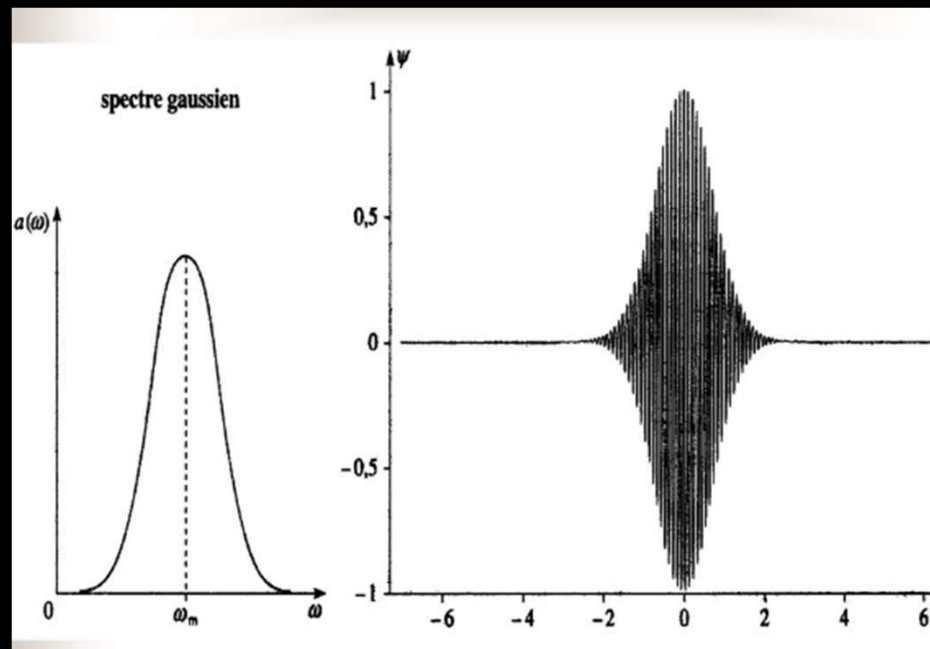
et

$$\omega_0 + \frac{\Delta \omega}{2}$$

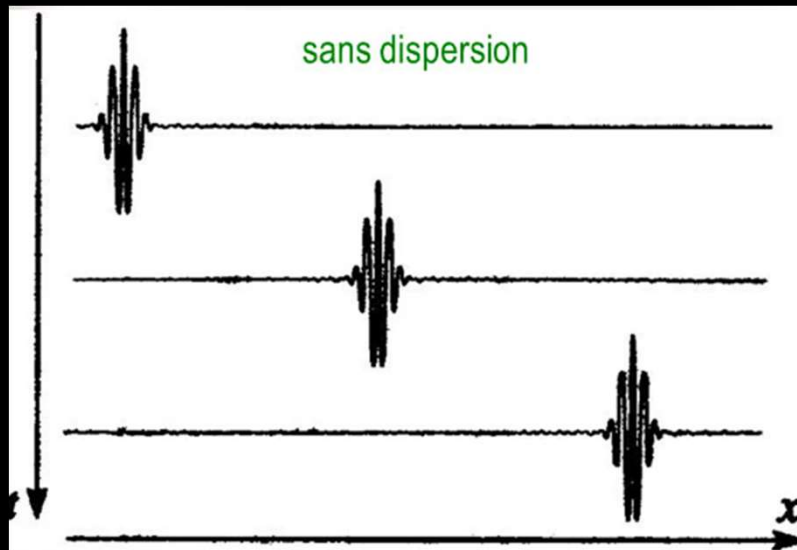
Avec

$$\Delta \omega \ll \omega_0$$

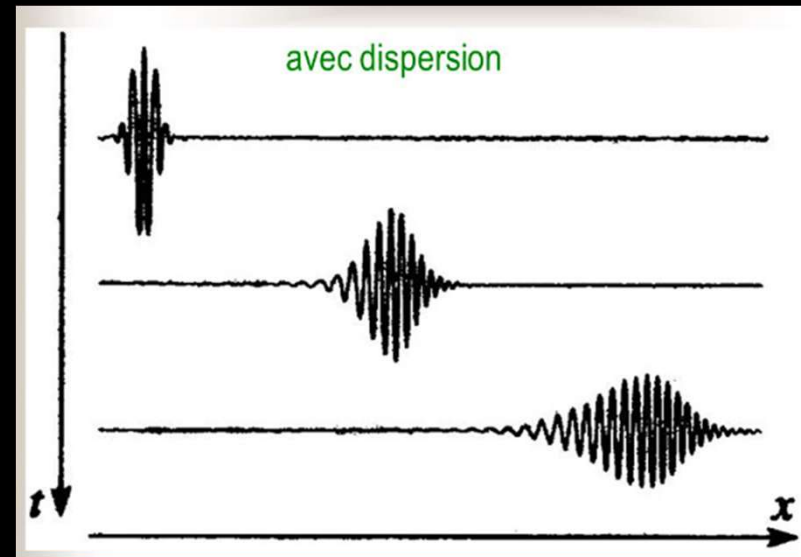
D'où :



- Si $k^2 > 0$

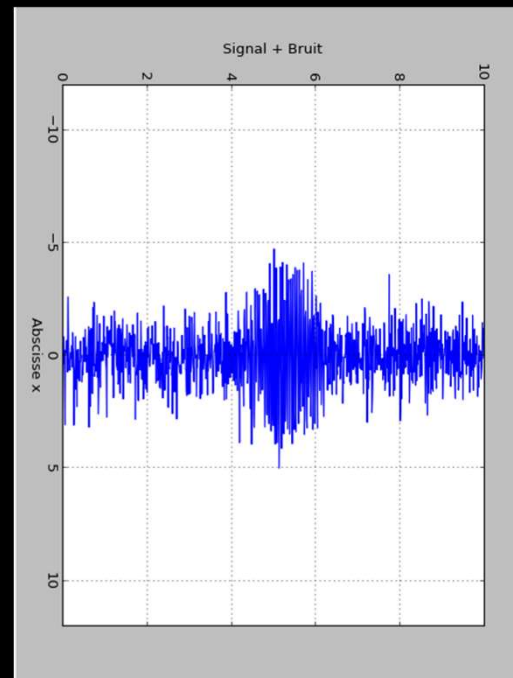
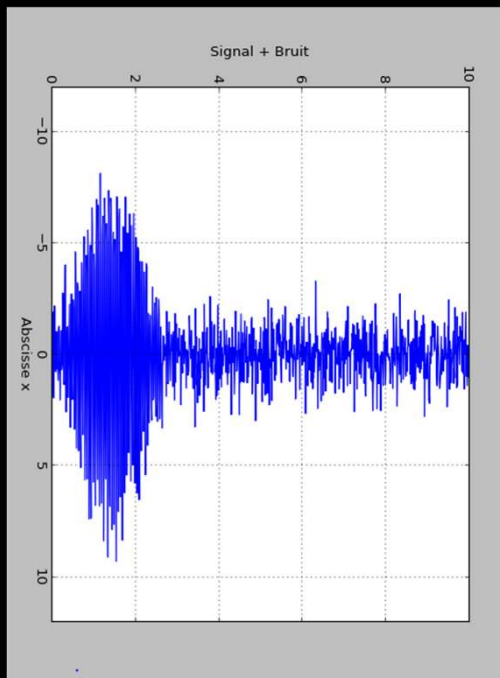


- Si $k^2 < 0$



- Résolution numérique dans le cas d'un onde avec atténuation:

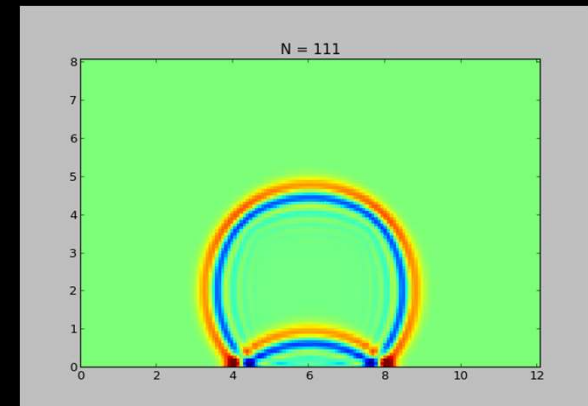
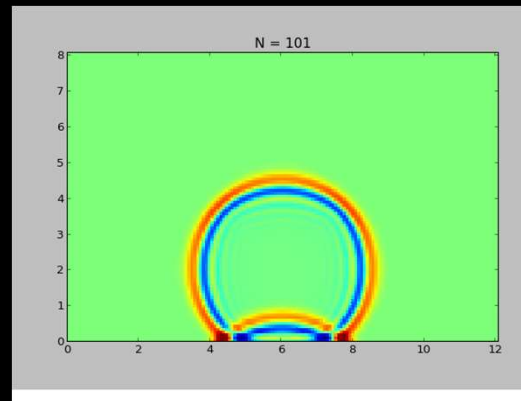
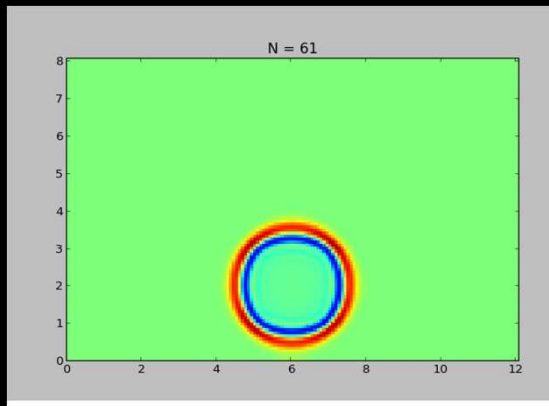
```
for t in np.arange(0,10,0.05):  
    plt.clf()  
    plt.axis([-12,12,0,10])  
    plt.xlabel('Abscisse x')  
    plt.ylabel("Signal + Bruit ")  
    plt.plot(A*np.exp(-(t-x/c)**2)*np.exp(-x/d)*np.cos(w*(t+x/c)) + np.random.normal(0, 1, x.shape),x)  
    plt.grid()  
    plt.pause(0.01)
```



III. Description de l'interaction entre l'onde appropriée et la surface de l'eau:

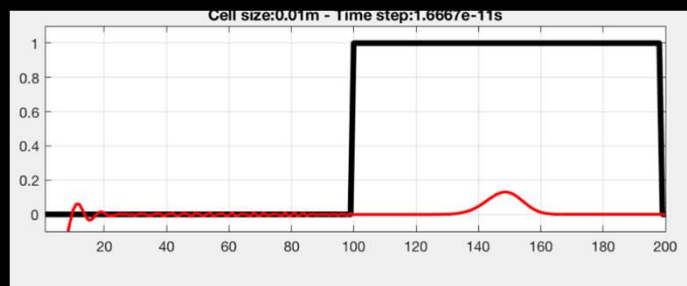
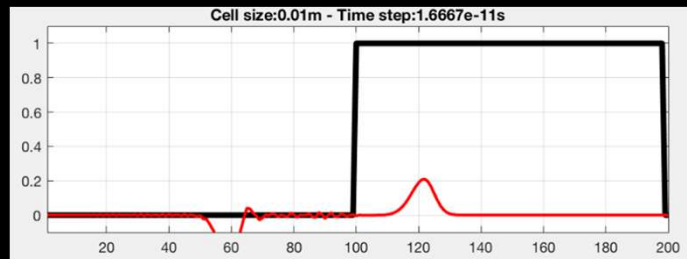
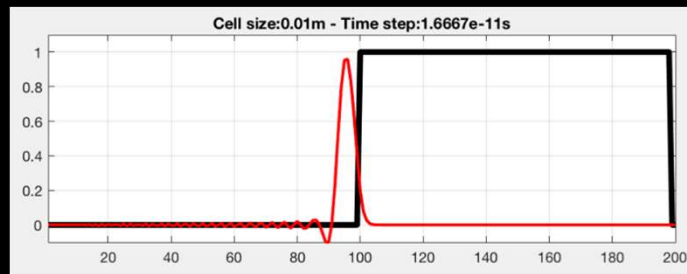
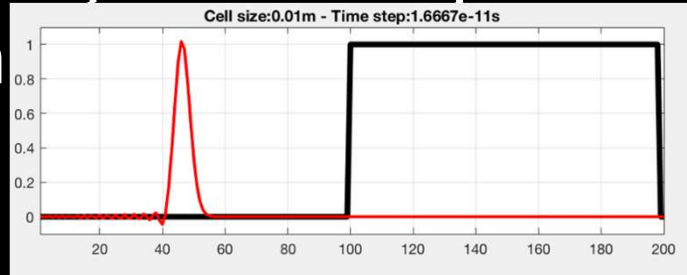
- En considérant la surface de l'eau comme un miroir plan qui reflète parfaitement l'onde, on obtient à

```
for n in np.arange(0,NT):  
    ddU[1:-1,1:-1] = (U_data[2:,1:-1]-2*U_data[1:-1,1:-1]+U_data[:-2,1:-1])/(dx**2) \  
        + (U_data[1:-1,2:]-2*U_data[1:-1,1:-1]+U_data[1:-1,:-2])/(dy**2)  
  
    U_new[1:-1,1:-1]=2*U_data[1:-1,1:-1]-U_old[1:-1,1:-1] + alpha*ddU[1:-1,1:-1]  
  
    toto=U_old  
    U_old=U_data  
    U_data=U_new  
    U_new=toto
```



- Alors la pénétration de l'onde dans l'eau peut être représentée par une implémentation pythonesque.

On sait que l'onde pénétrante dans l'eau est évanescence et que une partie sera réfléchié par la surface de l'eau.



IV. Analyse de données:

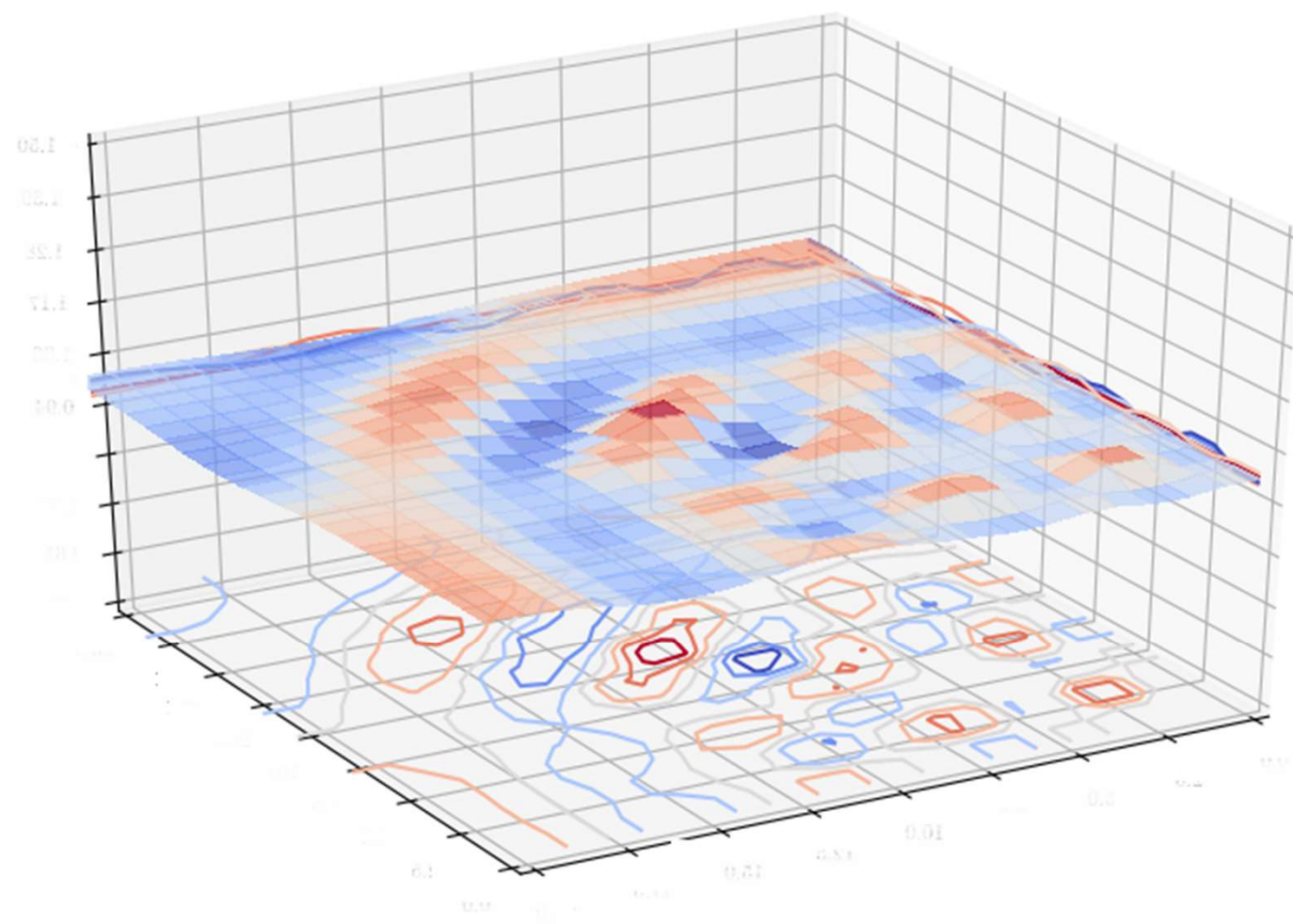
16.5	69.5	-6.786316434756355e+30
16.5	70.0	-1.0639556335163323e+17
16.5	70.5	6.786316434756355e+30
16.5	71.0	-1.3322548710521968e+16
16.5	71.5	-6.786316434756355e+30
16.5	72.0	-5.9838053038743224e+16
16.5	72.5	6.786316434756355e+30
16.5	73.0	1.3299865478800842e+17
16.5	73.5	-6.786316434756355e+30
16.5	74.0	-1.3280542725853214e+16
16.5	74.5	6.786316434756355e+30
16.5	75.0	8.64411444751184e+16
16.5	75.5	-6.786316434756355e+30
16.5	76.0	-1.5960174622438358e+17
16.5	76.5	6.786316434756355e+30
16.5	77.0	3.98836341622284e+16
16.5	77.5	-6.786316434756355e+30
16.5	78.0	-1.1304423591149358e+17
16.5	78.5	6.786316434756355e+30
16.5	79.0	-6673876150661611.0
16.5	79.5	-6.786316434756355e+30
16.5	80.0	-6.648672559860358e+16
16.5	80.5	6.786316434756355e+30
16.5	81.0	1.3964732734786875e+17
16.5	81.5	-6.786316434756355e+30
16.5	82.0	-2.1280792909713395e+17
16.5	82.5	6.786316434756355e+30
16.5	83.0	-9.978889677644163e+16
16.5	83.5	-6.786316434756355e+30
16.5	84.0	2.6628295027176436e+16
16.5	84.5	6.786316434756355e+30
16.5	85.0	4.653230672208875e+16
16.5	85.5	-6.786316434756355e+30
16.5	86.0	-1.1969290847135395e+17
16.5	86.5	6.786316434756355e+30
16.5	87.0	1.9285351022061914e+17
16.5	87.5	-6.786316434756355e+30

```
import sqlite3
base = sqlite3.connect("database.sqlite")
resultat = base.execute("SELECT X, Y, Z FROM database")
for ligne in resultat :
    print(ligne)
    tableau=resultat.fetchall()
print(tableau)
```

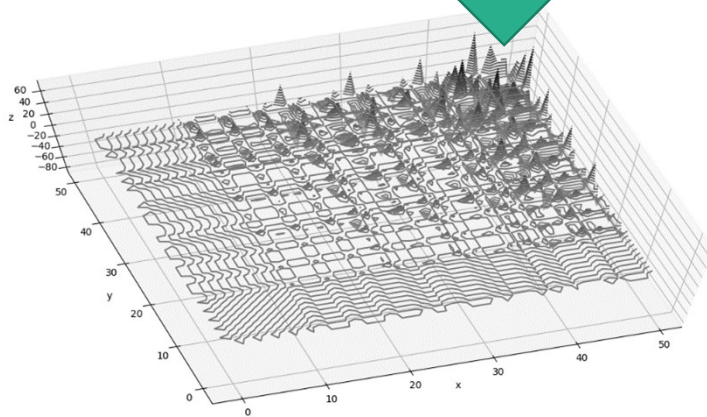
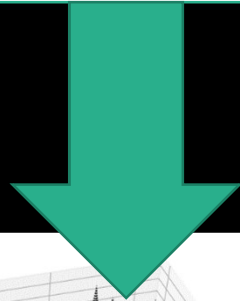
Cette implémentation python, nous permet de représenter l'allure de l'océan.

A l'aide de la bibliothèque VPYTHON, on obtient la figure suivante:





ALERTE !!!



- Lorsque on obtient une figure pareille, le satellite Jason déclenche une alerte pour le NASA et le CNES.
- Cependant les agents du NASA suivent la progression de cette immense vague afin de minimiser les dégats au cas d'un tsunami.

Conclusion:

Le satellite Jason est un moyen efficace qui nous permet de détecter les tsunamis. A travers les ondes électromagnétiques émises, le satellites calcule l'altitude instantanée de la surface de l'eau et la compare avec sa valeur moyenne.

Ceci lui permet de déclencher des alertes au cas de détection des variations anormales de la surface de l'océan. Et ceci nous permet de réduire les dégâts et minimiser les pertes.