LES DIGUES MARITIMES

MERYEM LAAMIMA

2020/2021

Introduction

PLAN DE LA PRESENTATION

- Etude de l’ équilibre
1. en absence des marées
2. en présence des marées
- Compression et injection de l’air
1. compression de l’air
2. evacuation de l’eau
- Protocole expérimental
- Conclusion

Description du dispositif

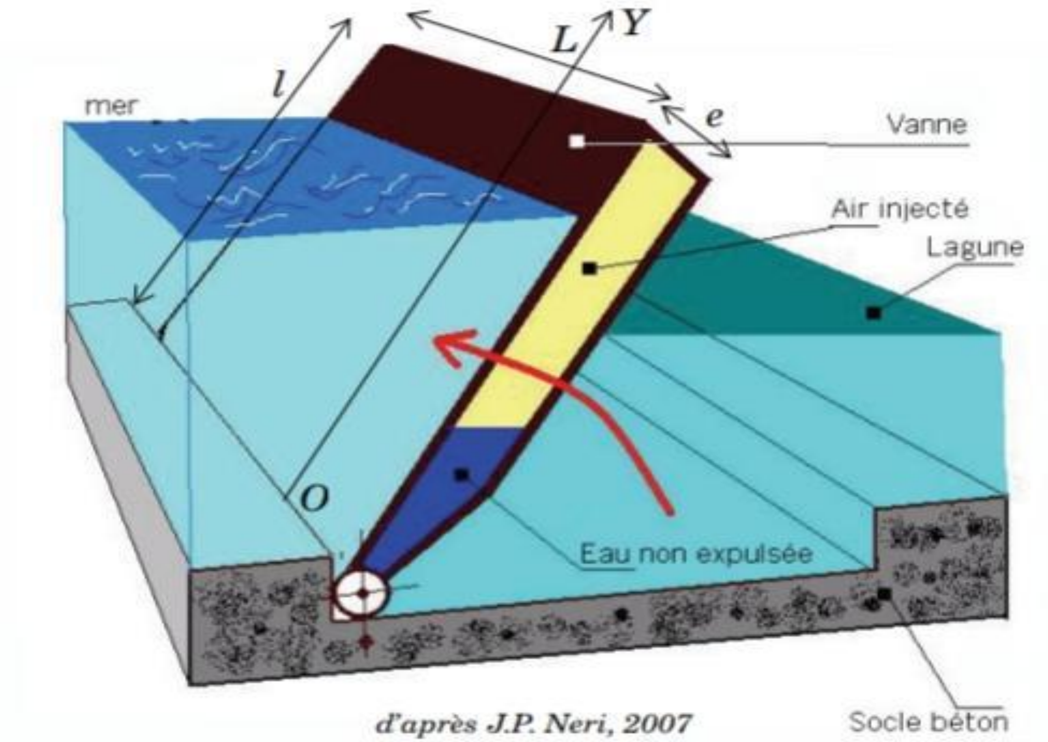
-constitué de vannes métalliques.

-Vannes remplies d'eau de mer et d'un volume résiduel d'air.

-Au repos elles sont complètement immergées dans l'eau .

-Elles peuvent pivoter autour d'un axe horizontal fixé au fond de la mer.

-De l'air peut être injecté dans le caisson afin d'y chasser une partie de l'eau.



Modélisation

- Par souci de simplification ,on assimilera le systeme à un appareillage rectangulaire de section S et à deux dimensions.

$$m_c = 230\ tonnes$$

$$\rho_e = 1000\ kg.m^{-3}$$

$$g = 9{,}80\ m.s^{-2}$$

$$\alpha = m_c / l$$

$$\beta = \rho_E \times S$$

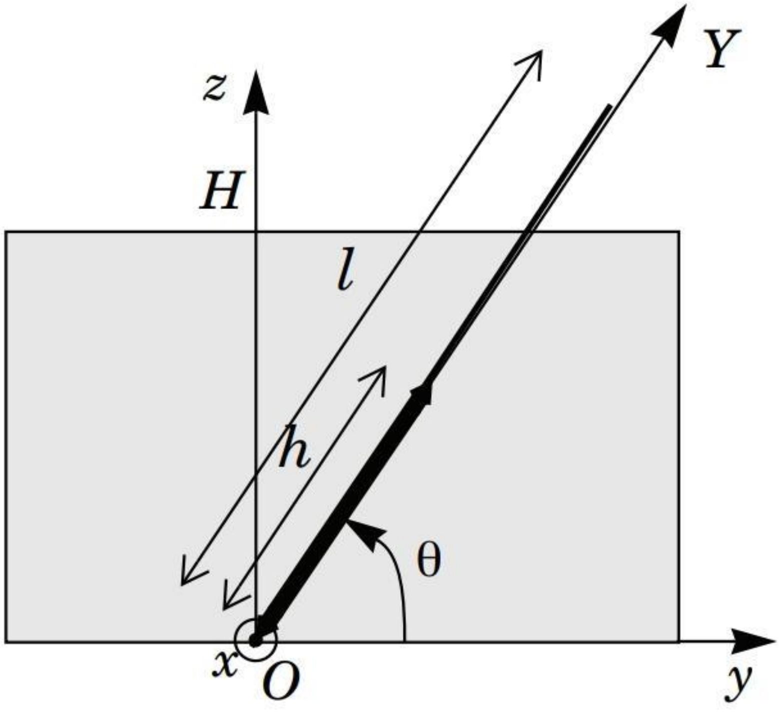
$$s = e \times l$$

$$\overrightarrow{OG_1} = \frac{l}{2} \overrightarrow{E_Y}$$

$$\overrightarrow{OG_2} = \frac{h}{2} \overrightarrow{E_Y}$$

Centre d'inertie.

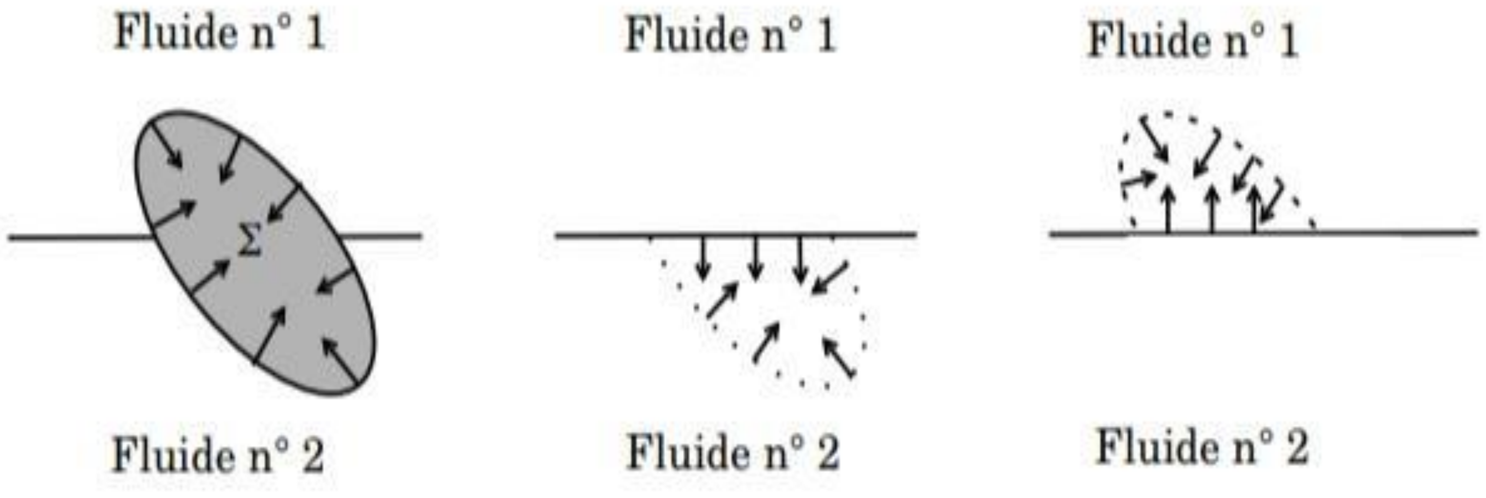
$$\overrightarrow{OG} = \frac{\frac{\alpha l^2}{2} + \frac{\beta h^2}{2}}{\alpha l + \beta h} \overrightarrow{E_Y}$$



Le moment du poids du système constitué par le caisson et l'eau qu'il contient s' écrit sous la forme

$$M_x\left(\vec{P}\right) = -\left(\frac{\alpha l^2}{2} + \frac{\beta h^2}{2}\right) g \cos\theta$$

La vanne mobile peut être assimilée à un corps flottant entre deux fluides



Moments des forces de pression

- sin (θ)<H/l : le caisson n'est pas entièrement immergé

$$M\left(\overrightarrow{F_P}\right) = \beta \frac{H^2}{2\sin\theta^2} g\cos\theta$$

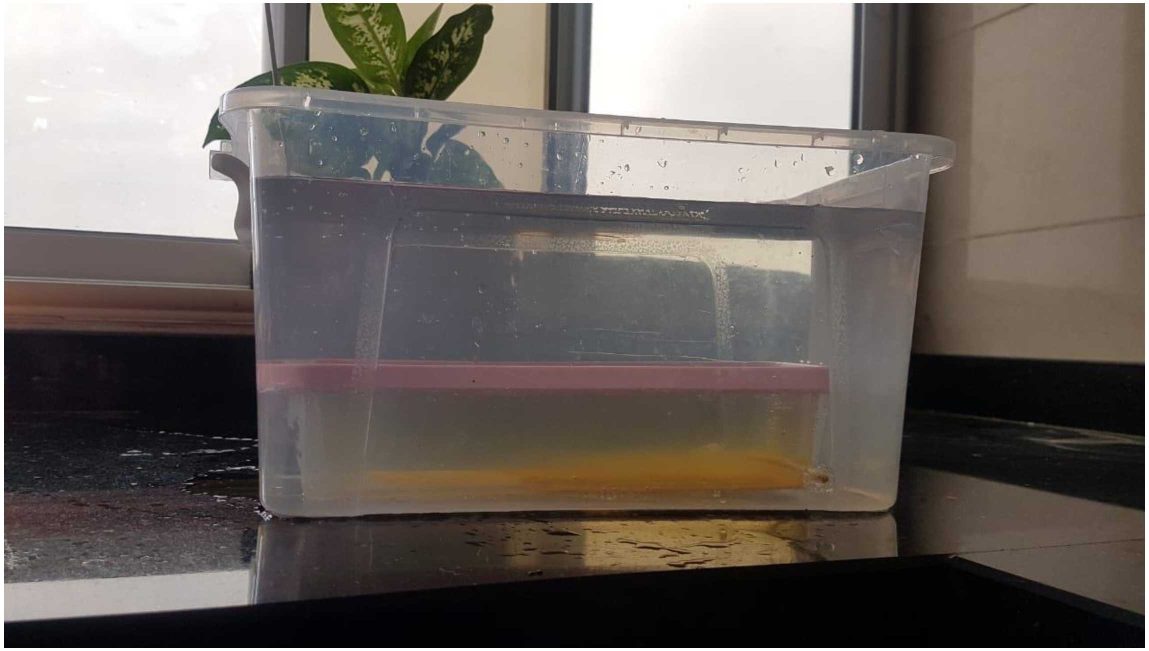
- sin(θ)>H/l : le caisson est alors entièrement immergé

$$M\left(\overrightarrow{F_P}\right) = \beta \frac{l^2}{2} g\cos\theta$$

Le caisson est totalement immergé.

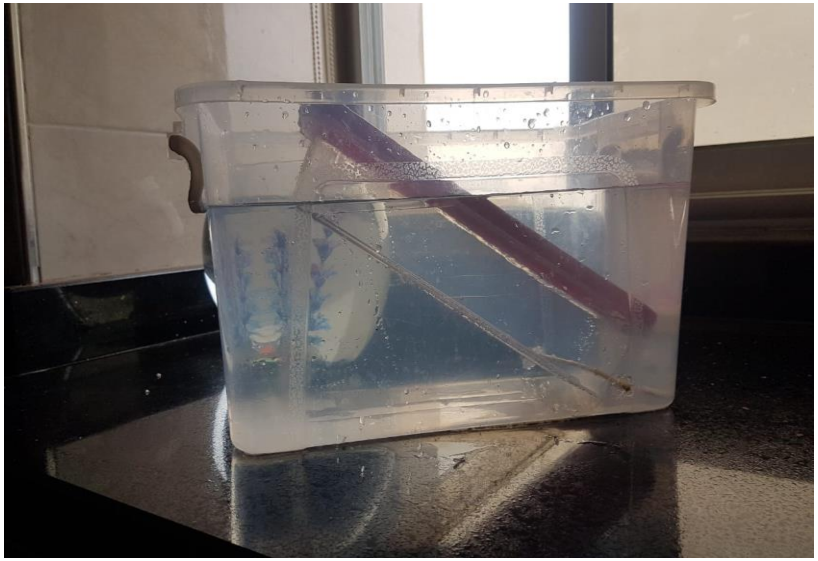
$$M\left(\vec{F_P}\right) = \beta \frac{l^2}{2} g \cos\theta = -M\left(\vec{P}\right) = \left(\alpha \frac{l^2}{2} + \beta \frac{h^2}{2}\right) g \cos\theta$$

$$\beta > \alpha$$



Une partie de la vanne émerge

$$M\left(\underset{F_P}{\rightarrow}\right) = \beta \frac{H^2}{2\sin\theta^2} g\cos\theta = -M\left(\underset{P}{\rightarrow}\right) = \left(\alpha\frac{l^2}{2} + \beta\frac{h^2}{2}\right) g\cos\theta$$



Une partie de la vanne émerge .

- Les deux moments , celui du poids et celui des forces de pression se compensent si et seulement si:

$$\cos\theta = 0$$

$$\sin\theta^2 = \beta \frac{H^2}{\alpha \times l^2 + \beta \times h^2}$$

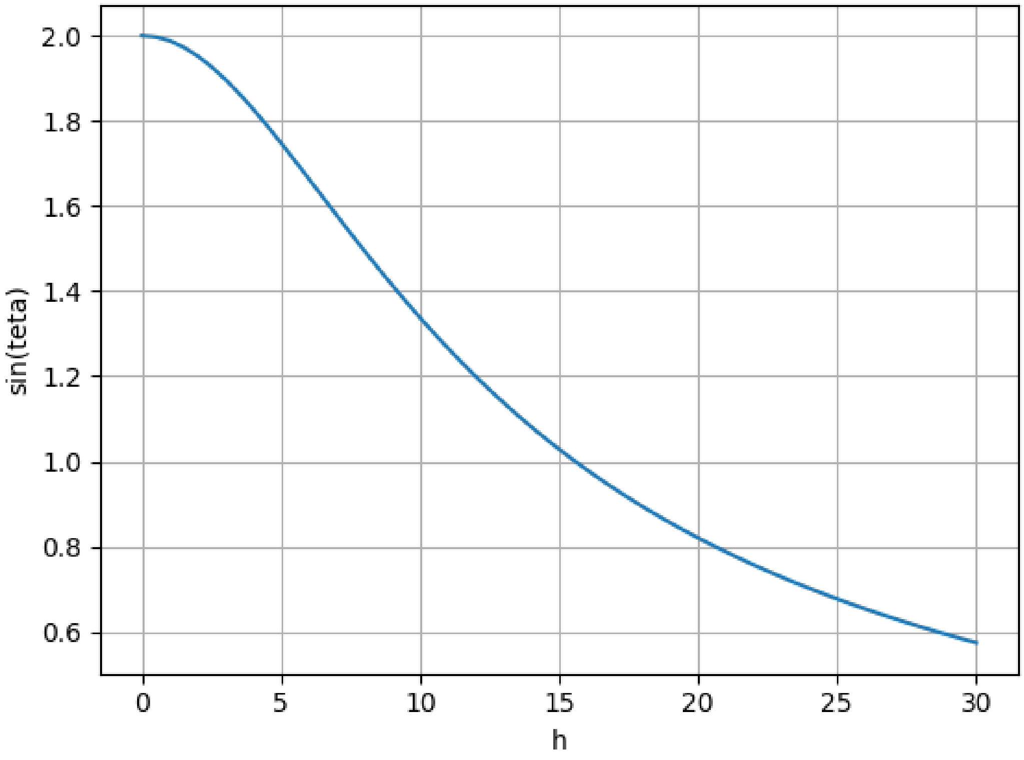
- On souhaite tracer la fonction:

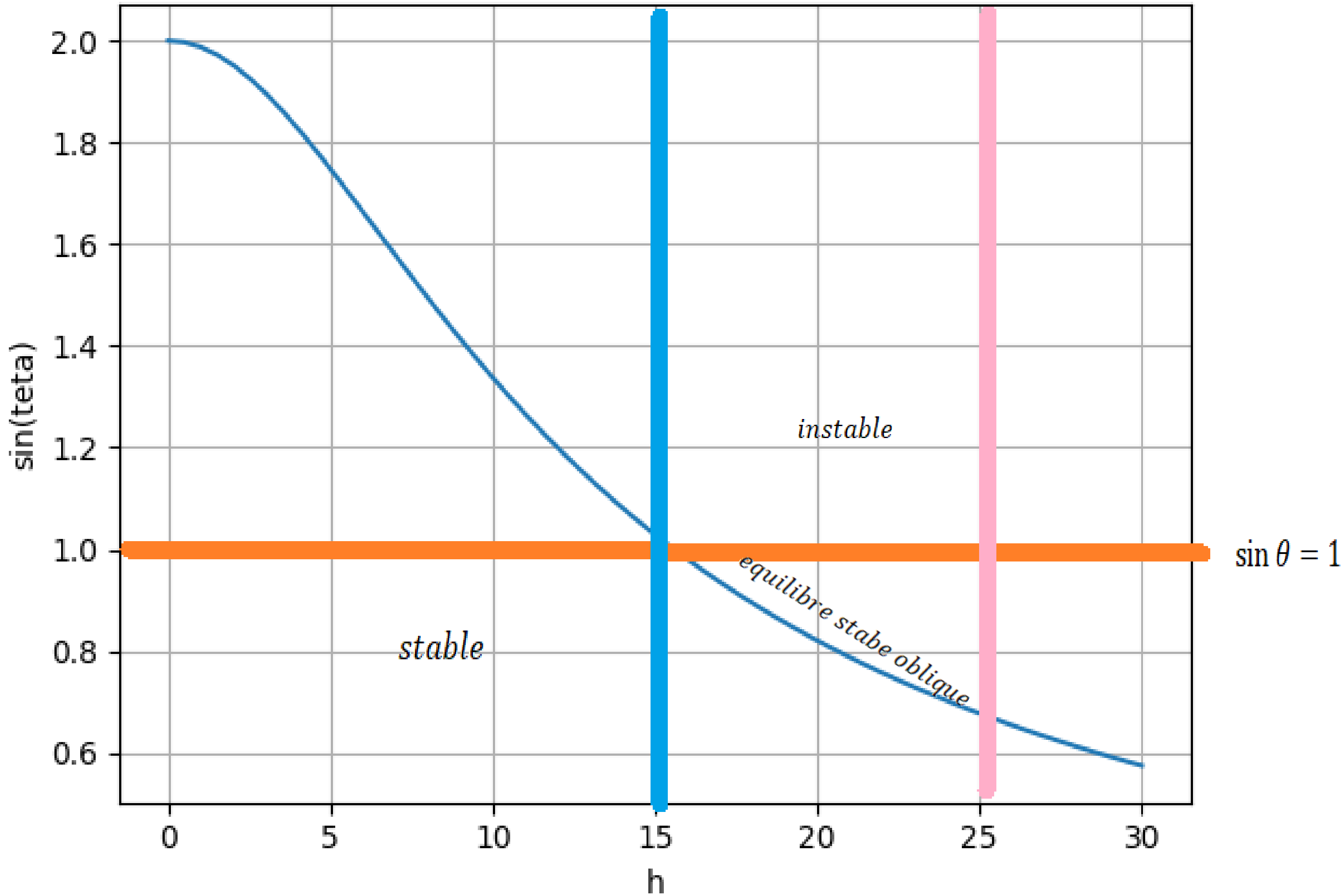
$$\sin\theta = \frac{\frac{H}{l}\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}}{\sqrt{1+\frac{h^2}{k^2}}}$$ Avec : $$\frac{l}{k} = \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}$$

Simulation python

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
def f(x):
    return 2/(1+x**2/81)**0.5
x=np.linspace(0,30,60)
plt.plot(x,f(x))
plt.xlabel('h')
plt.ylabel('sin(teta)')
plt.grid()
plt.show()
```

Figure représentative de sin(Thêta) en fonction de h.





sin(teta)
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0
5
10
15
20
25
30
h
instable
stable
equilibre stabe oblique
$\sin\theta = 1$

L’ équilibre en présence des flots

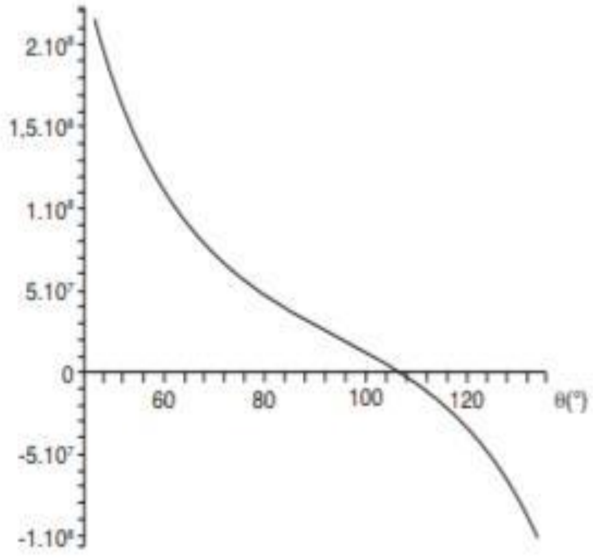
- la somme des moments de toutes les forces qui s’appliquent sur le système constitué par le caisson et l’eau dedans, prend la forme :

$$M = Y\cos\theta . f(\theta) + \frac{X}{\sin\theta^2}$$

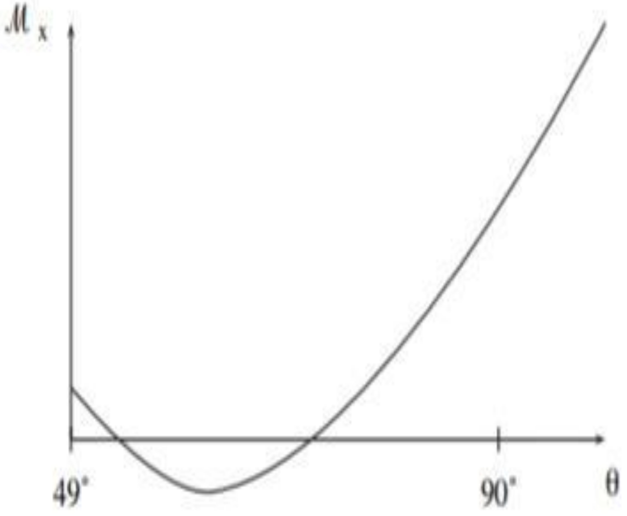
Avec X et Y deux constantes

Présence des marées

***Une seule position d'équilibre stable*, *Mox*(θ) prend la forme:**



Deux postions d'équilibre(une seulement est stable,) *Mox*(θ)prend la forme :

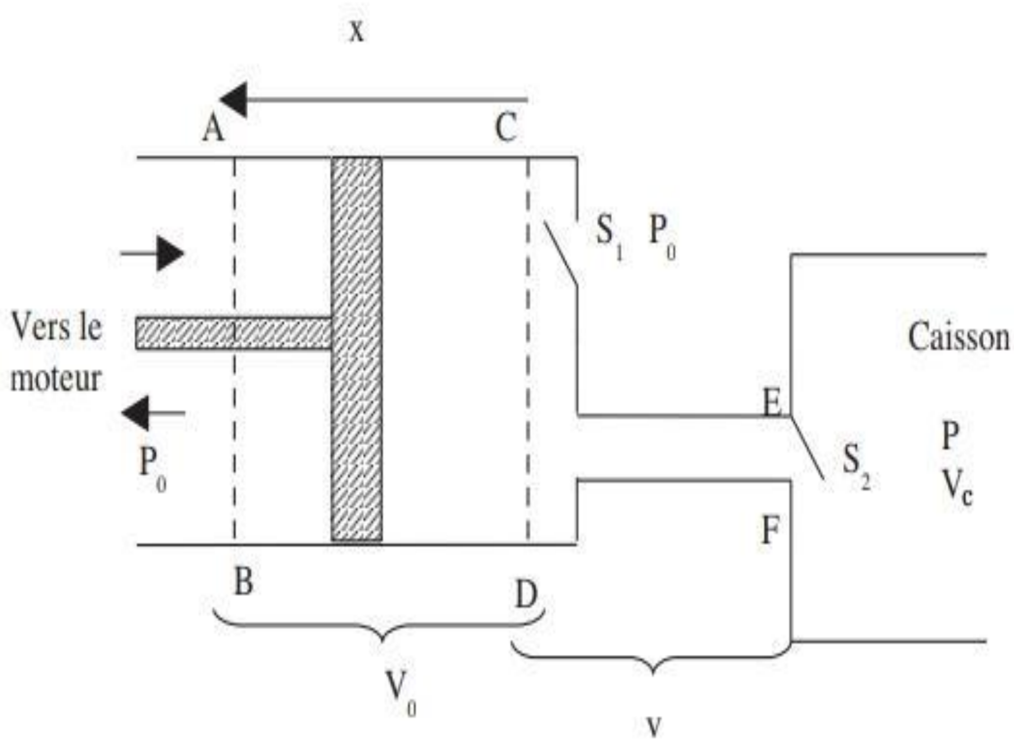


Compression de l'air dans la vanne

N compresseurs qui travaillent en parallèle pour injecter l'air dans le caisson.

Chacun d'eux comporte un cylindre , un tuyau , deux soupapes et un piston mobile sans frottement .

L'air,sera consideré comme un gaz parfait.



P_0  P_1

Injection de l'air

Un moteur actionne les pistons de 'AB' à 'CD'

le travail reçu par l'air contenu dans les compresseurs et le caisson lors du déplacement des pistons est de la forme :

$$w = -\int_0^1 PdV = -\int_0^1 (RT_0 n_0) \times \frac{dV}{V} = -RT_0 n_0 \times \ln\frac{V_1}{V_0}$$

$$w = P_0(V_C + Nv + NV_0)\ln\frac{P_1}{P_0}$$

- D’après le premier principe de la thermodynamique :

$$\Delta U = \omega + Q$$

$$Q = -\omega$$

- Avec ω est le travail accomodé a l’air dans le cylindre.
- Il faut aussi souligner que la transformation est isotherme.

- Le travail fourni par le le moteur de ‘AB’ vers ‘CD’:

$$\omega_1 = P_1(V_C + Nv)\ln(\frac{P_1}{P_0}) - NV_0P_0$$

- On mentionne qu’il faut soustraire le travail de l'atmosphère.
- Lors du retour :

$$\omega_2 = V_cP_1\ln(\frac{P_1}{P_0}) + V_0NP_0 \times \frac{-V_C}{V_C + Nv}$$

- On a :

$$P_{CD} = P_0 \frac{Nv + NV_0}{V_C + Nv} + \frac{V_C P_{AB}}{Nv + V_C}$$

- Avec P_{CD} la pression dans le caisson à la position 'CD',Et P_{AB} celle à la position 'AB'.
- Après 'r' va-et-vient :

$$P_r = P_0\left[\frac{v + V_0}{v} + \left(\frac{V_C}{Nv + V_C}\right)^r \times \frac{1}{1 - \frac{v + V_0}{v}}\right]$$

- le travail total fourni par le moteur pour les 'r' va-et-vient des pistons prend la forme suivante :

$$\omega_{totale} = P_0\, V_C\left(\frac{P_r}{P_0}\ln\frac{P_r}{P_0} - \frac{P_r}{P_0} + 1\right)$$

Lorsque la pression de l'air dans le caisson atteint une pression critique ,l'eau du caisson s'écoule.

Le moteur actionnent les pistons.

le caisson se dresse.

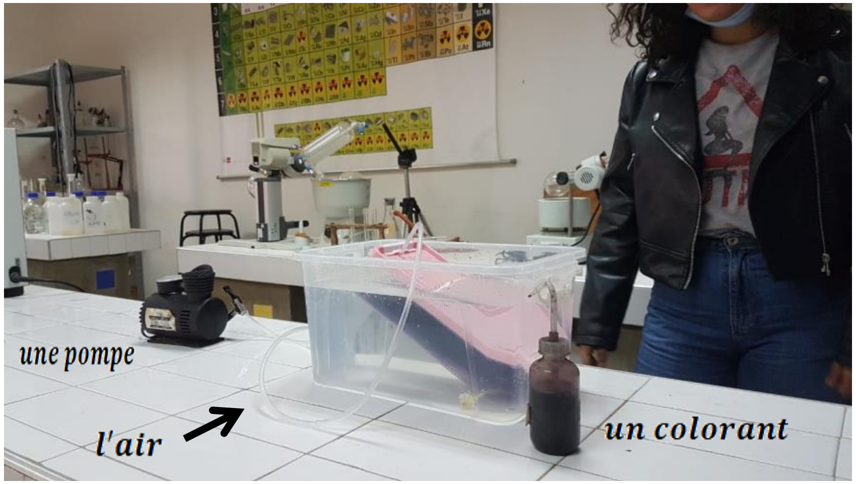
- La quantité d'air inhibée par les pompes

$$n = \frac{P_{cri}}{RT_0}(V_{cri} - V_C)$$

- Le travail fourni par le moteur pour inhiber dans le caisson la quantité d'air 'n'

$$\omega_{totale}{}^{*} = nRT_0 \ln \frac{P_{cri}}{P_0}$$

PROTOCOLE EXPERIMENTAL



Le protocole expérimental s'est achevé avec succès, Le modèle retenu est un alors correct. Pourtant le projet est tellement coûteux (Mose a coûté 5 milliards d'euros) et n'est pas à la portée de tous les pays.

D’un côté énergétique,l’alimentation des pompes est assez exigeante.

conclusion