

PRÉSENTATION SUIVI DE MI-STAGE

**Laboratoire de Mécanique et
d'Acoustique de Marseille (LMA)**

Encadrants:
Régis Cottereau
Lucio De-Abreu-Correa

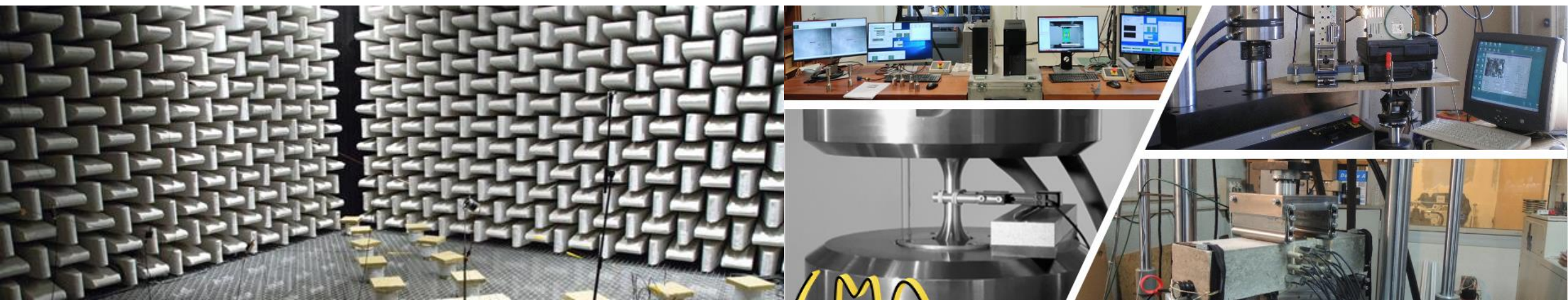
Date: 7/11/2024-31/01/2025

À propos du LMA

Le LMA est une unité mixte de recherche AMU-CNRS-Centrale Méditerranée.

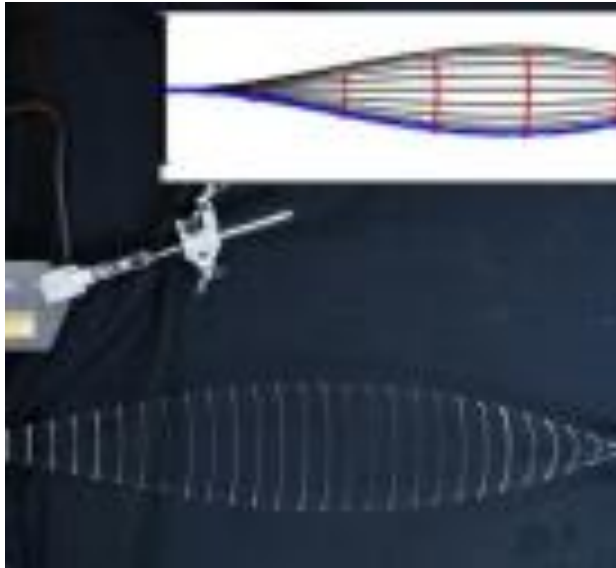
Domaines de recherches : Mécanique du solide (structures, matériaux), Acoustique (propagation d'ondes dans des milieux complexes)

Infrastructures : **Chambres anéchoïques et réverbérantes, banc d'essai, plateformes de calculs**

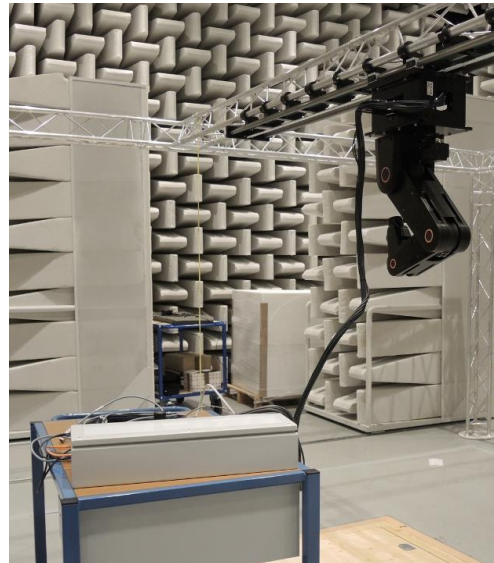


À propos du LMA

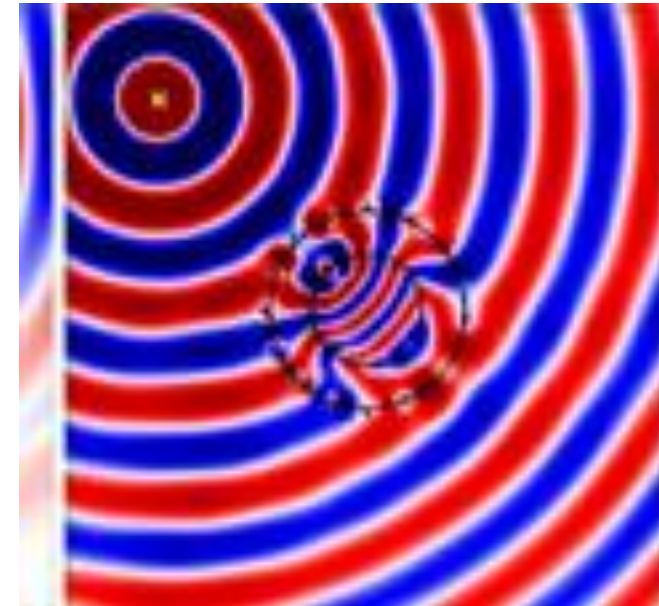
Matériaux et Structures



Son



Ondes et Imagerie



Mon Sujet

Thème : simulation numérique de propagation d'ondes, dans des géométries à des degrés de raffinements différents, tels que la simulation de tremblement de terre appliqué à la résistance de barrages.

Logiciels utilisés: GMSH, SEM3D



Mon sujet

Objectifs Principaux :



1- Produire un maillage de barrages hexaédrique respectant la topologie local (barrage de tsankov)



2- Effectuer les calculs grâce à l'algorithme SEM3D



3- Implémentation et étude (stabilités, complexité) d'autres méthodes numérique notamment SEM avec approche modifié dans un cas simple 1D pour conclure sur la stabilité dans des cas 3D

Déroulement

Aprentissage de
GMSH

Déformer le maillage
pour inclure les
données
topographiques

Apprendre
à utiliser le
mésocentre

Maillage "générique"

Avoir le maillage

Maillage
héxaédrique

Lancement des
calculs

Générer

Comparaison SEM
ordre supérieur en
temps

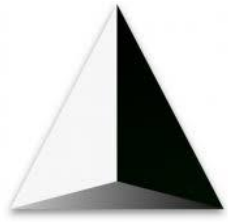
Lecture

Implémentation
d'algos 1D

Conclusion
sur la
stabilité en
fct de l'ordre

Travail Réalisé

Création du maillage "générique" hexaédrique



Gmsh

maillage

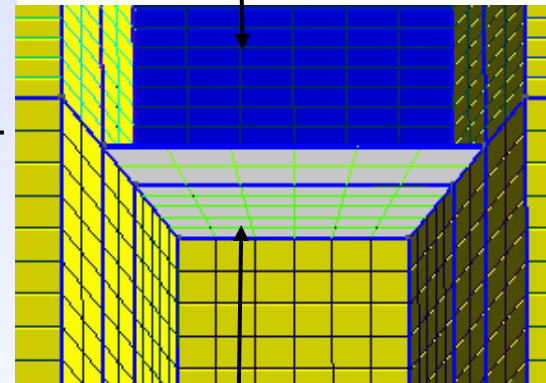
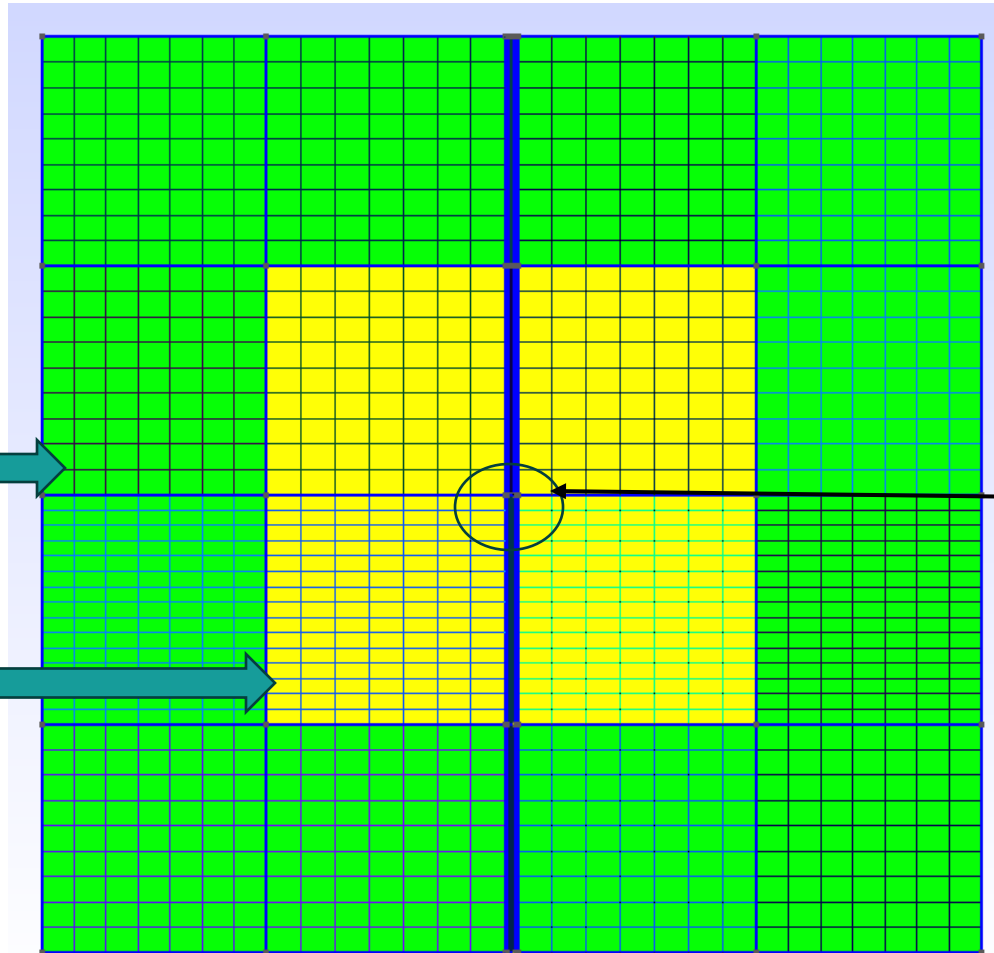
Perfect Match Layers
(PML)

Zone d'étude



$$CFL = c \cdot \Delta t / \Delta h$$

Comme $\Delta h \searrow$ alors $\Delta t \searrow$

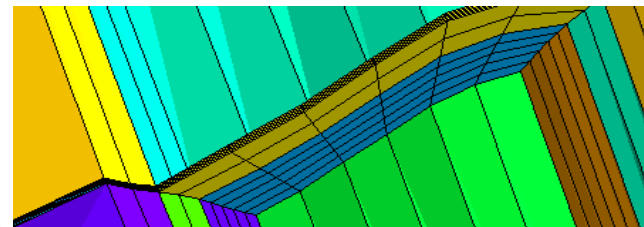


Barrage

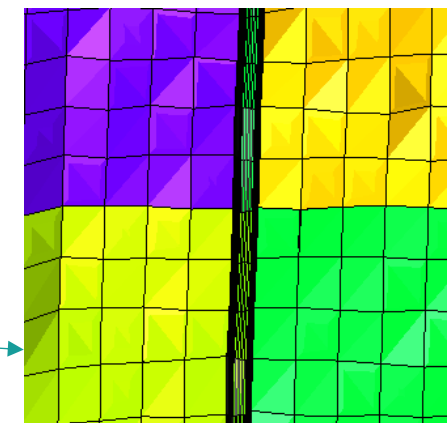
Travail Réalisé

Déformation des éléments pour inclure
les données topographique local

**Barrages
déformés**



PML déformés



Mon Sujet

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - c^2 \Delta U = F \quad \xrightarrow{\text{FEM/SEM}} \quad \begin{aligned} M \ddot{X} + KX &= F \\ M \ddot{X} &= F - KX \end{aligned}$$

Matrice M

Pas diagonale FEM

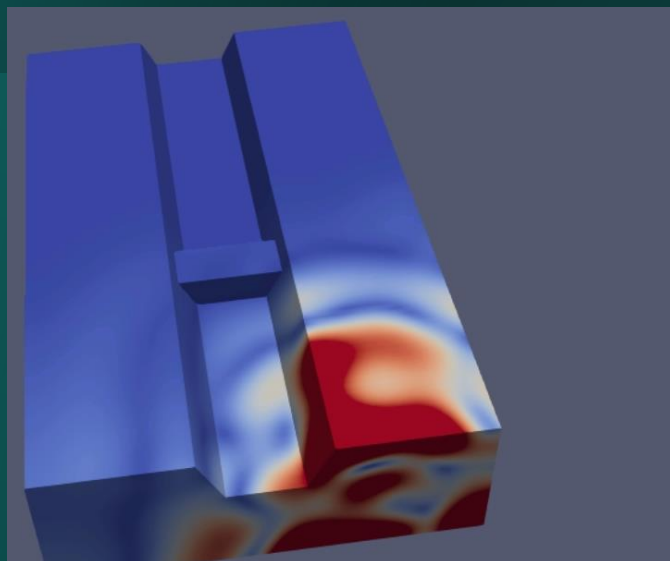
Diagonale pour SEM

Produit KX

O(n²) pour FEM

O(nlog(n)) pour SEM

Travail Réalisé



Simulation

231 843 Degrès de liberté
Dans un vrai calcul $\approx 10^{12}$



```
Sélection Windows PowerShell
b401/skylake (1-08:08:00)
[2024-11-04 10:02:52] 8875242 'SEMMesh'
' b401/skylake (00:02:08)
[2024-11-04 10:00:09] 8875236 'SEMMesh'
' b401/skylake (00:00:16)
[2024-10-29 13:35:09] 8867496 'TradWM'
b401/skylake (1-08:08:32)

Project:
b401: 149319/500000 hours (29.9%)

Disks :
You are using 204M/450G on /home.
You are using 0K/0K on /save.
```

Connexion

Travail Réalisé

Résolution d'un problème 1D avec différentes méthodes

$$F = \delta\left(x - \frac{L}{2}\right) A \sin(\omega t) H(T - t), \text{ avec } T = \frac{2\pi}{\omega}$$

FEM: Schéma d'ordre 2 en espace et en temps (saute-mouton)

$$\frac{u_1^{n+1} - 2u_1^n + u_1^{n-1}}{\Delta t^2} - c^2(u_{l+1}^n - 2u_l^n + u_{l-1}^n) = f_l^n$$

SEM: Polynôme d'approximation d'ordre 2 schéma en temps d'ordre 2k

$$\frac{u_1^{n+1} - 2u_1^n + u_1^{n-1}}{\Delta t^2} - c^2 N U^n \left(-2 \sum_{j=2}^k (-1)^j \frac{c^{2j} \Delta t^{2j-2}}{(2j)!} N^j \right) = F^n$$

avec $N = M^{-1} K$

Coef approche
modifié

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = F$$

$$u(x, 0) = 0$$

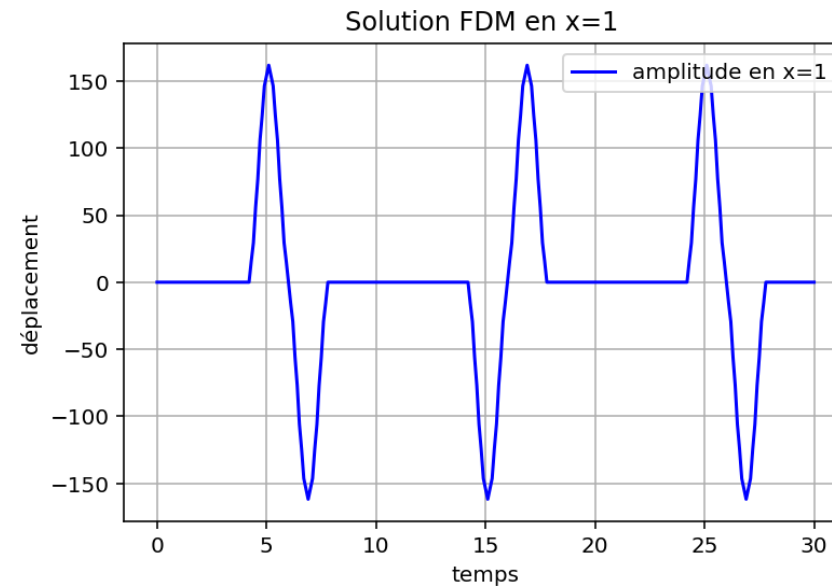
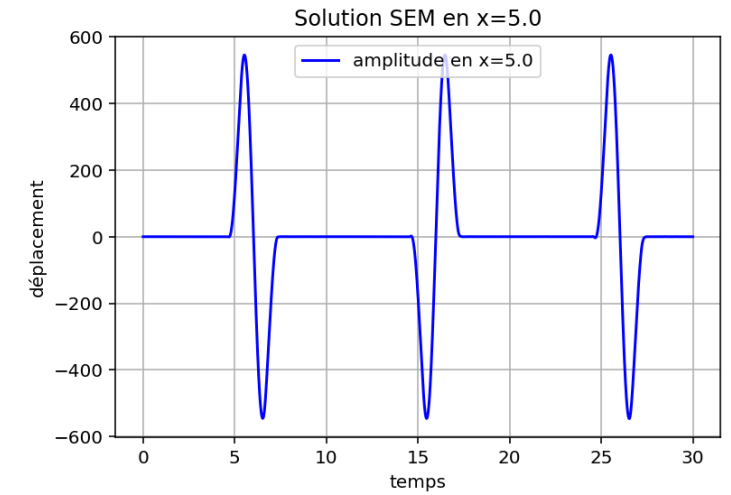
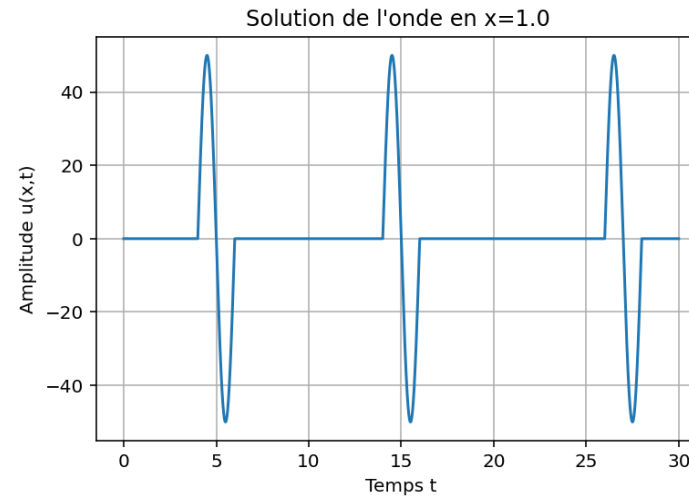
$$\frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = 0$$

$$u(0, t) = 0$$

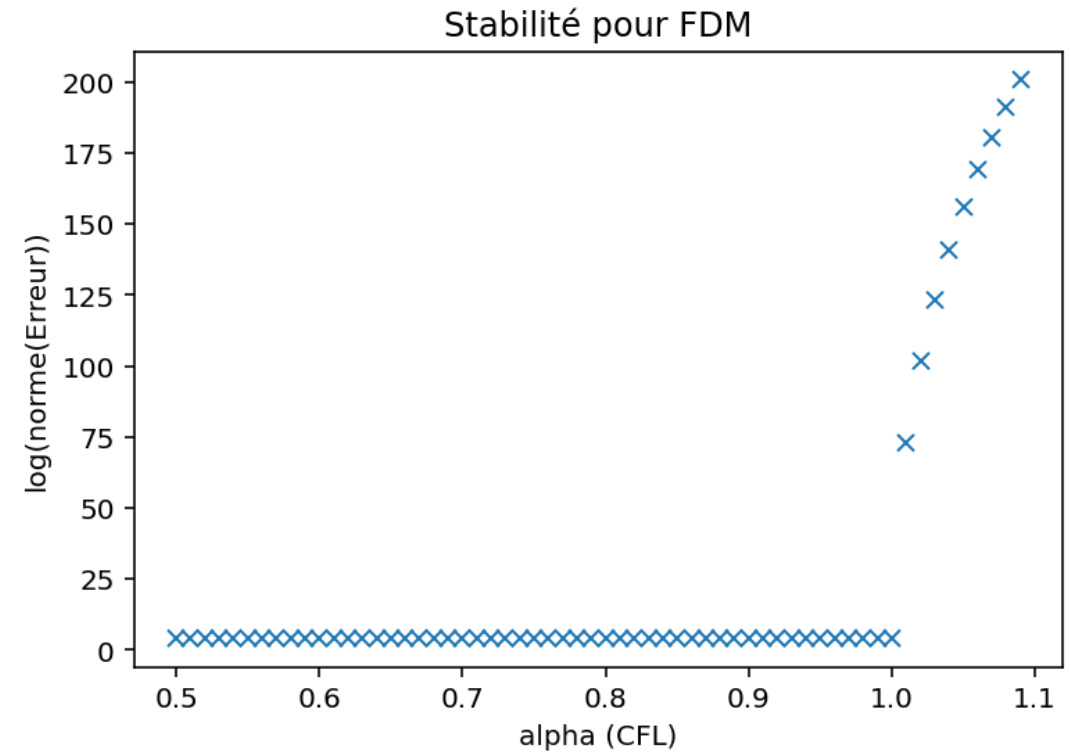
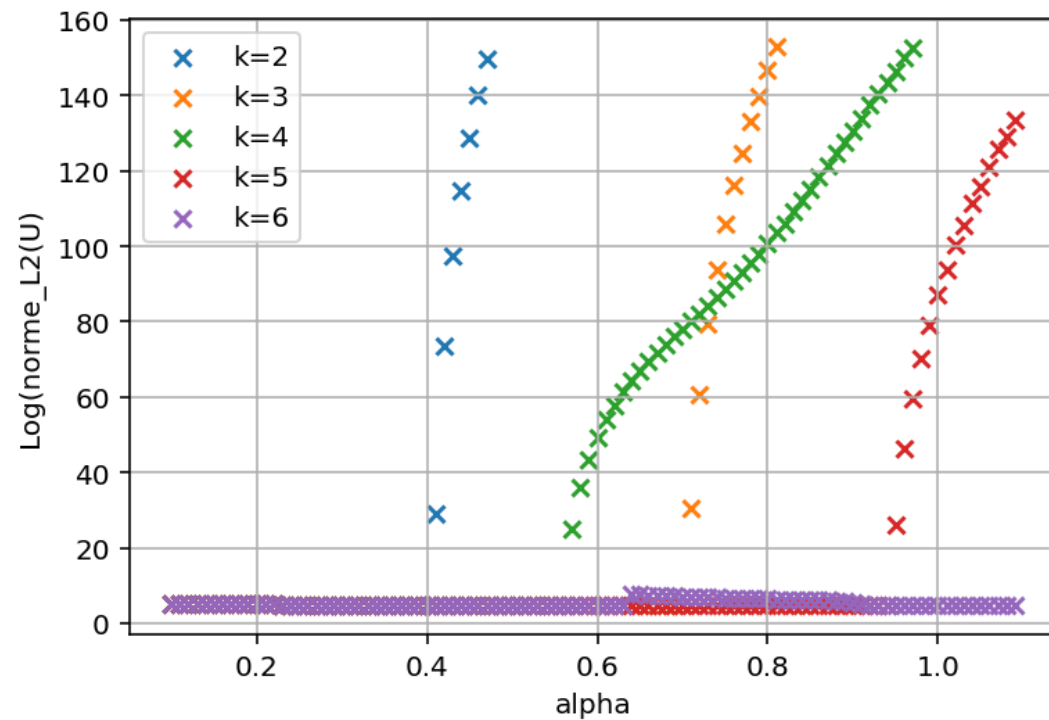
$$u(L, t) = 0$$

Solution en un point

Travail Réalisé



$$\text{CFL} = c \cdot dt / dx = \alpha$$



Étape future

Corriger SEM et
FEM

Refaire les
calculs pour une
étude de
stabilité

Corriger le
maillage avec la
bonne
topographie