

Génération des tsunamis

Denys DUTYKH¹ Frédéric DIAS¹

¹Ecole Normale Supérieure de Cachan, CMLA

Inauguration du LRC



Contenu

1 Génération des tsunamis

- Description générale
- Simulation numérique
- Recherche future

2 Ecoulements diphasiques

- Modèle physique et mathématique
- Exemples de simulations
- Futur travail

Contenu

- 1 **Génération des tsunamis**
 - Description générale
 - Simulation numérique
 - Recherche future

- 2 **Ecoulements diphasiques**
 - Modèle physique et mathématique
 - Exemples de simulations
 - Futur travail

Motivation pour la génération des tsunamis

Raisons principales

- Fournir une condition initiale aux nombreux codes de propagation des tsunamis
 - Comprendre les effets principaux à prendre en compte pendant les premières minutes d'un tsunami
 - Couplage sismologie hydrodynamique qui est mal compris actuellement



Motivation pour la génération des tsunamis

Raisons principales

- Fournir une condition initiale aux nombreux codes de propagation des tsunamis
- Comprendre les effets principaux à prendre en compte pendant les premières minutes d'un tsunami
- Couplage sismologie hydrodynamique qui est mal compris actuellement



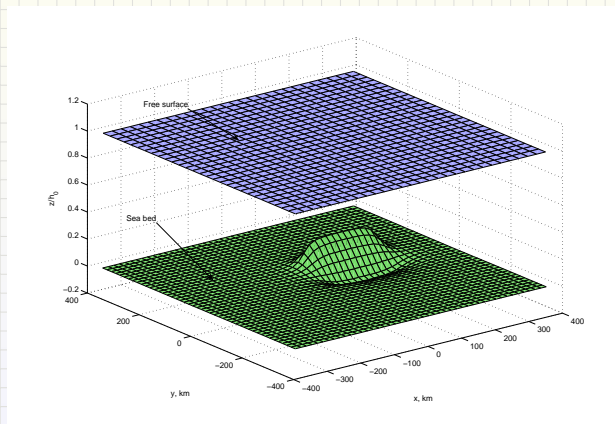
Motivation pour la génération des tsunamis

Raisons principales

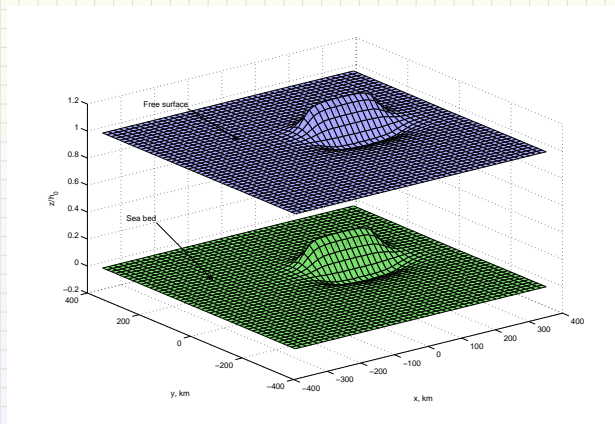
- Fournir une condition initiale aux nombreux codes de propagation des tsunamis
- Comprendre les effets principaux à prendre en compte pendant les premières minutes d'un tsunami
- Couplage sismologie hydrodynamique qui est mal compris actuellement



Méthode classique de génération



Méthode classique de génération



Inconvénients majeurs de la méthode

Certains aspects ne sont pas pris en compte

- On néglige complètement le champ des vitesses initiales
 $\vec{u}|_{t=0} = 0$
- On ne prend pas en compte le temps qu'il faut pour que la déformation se produise

Inconvénients majeurs de la méthode

Certains aspects ne sont pas pris en compte

- On néglige complètement le champ des vitesses initiales
 $\vec{u}|_{t=0} = 0$
- On ne prend pas en compte le temps qu'il faut pour que la déformation se produise

Méthodes de génération

Modèles mathématiques

- Les vagues linéarisées : problème aux valeurs initiales de Cauchy-Poisson. La solution analytique.
- Les modèles faiblement nonlinéaires : les équations de l'eau peu profonde et les équations de Boussinesq
- Problème complet des vagues.



Méthodes de génération

Modèles mathématiques

- Les vagues linéarisées : problème aux valeurs initiales de Cauchy-Poisson. La solution analytique.
- Les modèles faiblement nonlinéaires : les équations de l'eau peu profonde et les équations de Boussinesq
- Problème complet des vagues.



Méthodes de génération

Modèles mathématiques

- Les vagues linéarisées : problème aux valeurs initiales de Cauchy-Poisson. La solution analytique.
- Les modèles faiblement nonlinéaires : les équations de l'eau peu profonde et les équations de Boussinesq
- Problème complet des vagues.



Exemple de la génération - I

A l'aide des équations de l'eau peu profonde (NSWE)

avec

$\varepsilon := \frac{a_0}{h_0}$: rapport entre amplitude et profondeur caractéristiques,

$\eta(x, y, t)$: la surface libre est donnée par $z = \varepsilon\eta$,

$\vec{u}(x, y, t)$: le vecteur des vitesses horizontales à la surface libre

$h(x, y, t)$: bathymétrie variable dans le temps



Exemple de la génération - I

A l'aide des équations de l'eau peu profonde (NSWE)

$$\varepsilon := \frac{a_0}{h_0}$$

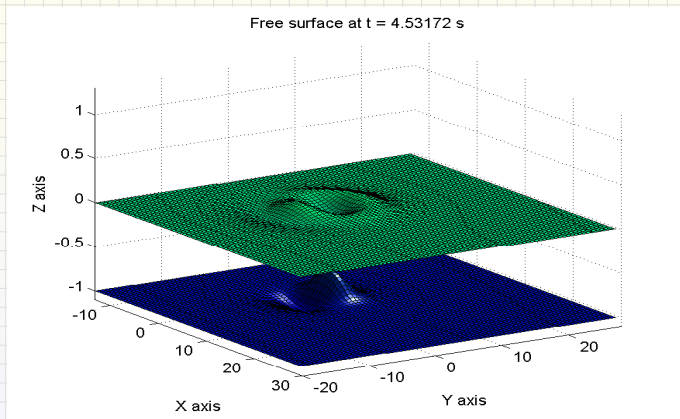
$$\eta(x, y, t)$$

$$\vec{u}(x, y, t)$$

$$h(x, y, t)$$



Exemple de la génération - II



Projet pour le futur très proche

Méthode de résolution :

- Traiter séparément les termes d'advection et de dispersion
- Pour la partie advection - VFFC, les termes dispersifs sont à traiter avec multigrilles

Projet pour le futur très proche

-
-

Système diphasique

- fluide est supposé incompressible
- équilibre cinématique
- équilibre thermique
- la pression est la même pour deux phases

Système diphasique

- fluide est supposé incompressible
- équilibre cinématique
- équilibre thermique
- la pression est la même pour deux phases

Système diphasique

- fluide est supposé incompressible
- équilibre cinématique
- équilibre thermique
- la pression est la même pour deux phases

Système diphasique

- fluide est supposé incompressible
- équilibre cinématique
- équilibre thermique
- la pression est la même pour deux phases

Modèle mathématique

Equations à résoudre

(1)

(2)

(3)

(4)

avec $\rho := \rho_0^+ \alpha^+ + \rho_0^- \alpha^-$, $E = e + \frac{1}{2} |\vec{u}|^2$, $H = E + \frac{p}{\rho}$, $p = \frac{(\gamma-1)\rho e}{\alpha^-}$.



Modèle mathématique

Equations à résoudre

(1)

(2)

(3)

(4)

 ENS
CACHAN

 OHS
Océanographie Hydrodynamique
Sédiments

 CEEA

 LR
MILA

Méthode numérique

Le schéma Volumes Finis à Flux Caractéristique

consiste à remplacer les EDPs hyperboliques par un système dynamique discret :

$$v_j^{n+1} = v_j^n - \frac{\Delta t_n}{\Delta x_j} (g_{j+\frac{1}{2}}^n - g_{j-\frac{1}{2}}^n)$$

Le flux numérique $g_{j+\frac{1}{2}}^n$ est donné par

$$g(v, w) = \frac{f(v) + f(w)}{2} - \text{sign}(A(\mu)) \frac{f(w) - f(v)}{2}$$

Méthode numérique

Le schéma Volumes Finis à Flux Caractéristique

Le flux numérique $g_{j+\frac{1}{2}}^n$ est donné par

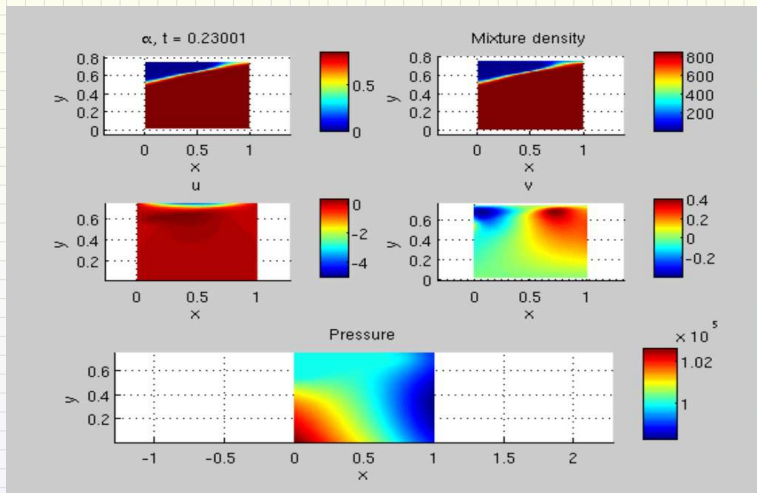
$$g(v, w) = \frac{f(v) + f(w)}{2} - \text{sign}(A(\mu)) \frac{f(w) - f(v)}{2}$$

Méthode numérique

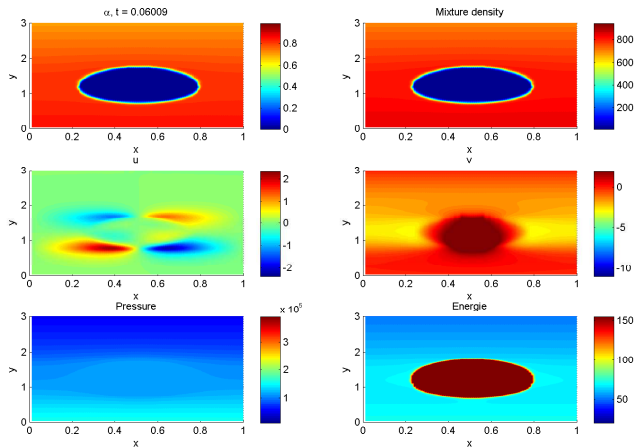
Le schéma Volumes Finis à Flux Caractéristique

The logo for ENS Cachan, featuring the letters 'ENS' in a large, blue, stylized font above the word 'CACHAN' in a smaller, blue, sans-serif font.The logo for CEA (Commissariat à l'énergie atomique), featuring the letters 'CEA' in a blue, stylized font with the text 'COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE' below it.The logo for CEA (Commissariat à l'énergie atomique), featuring the letters 'CEA' in a blue, stylized font with the text 'COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE' below it.The logo for LR (Laboratoire de Recherche), featuring the letters 'LR' in a large, blue, stylized font with 'EA' and 'MLA' in smaller text below it.

Ballotement d'une cuve



Bulle dans le fluide



Améliorations à faire

- modèle compressible/compressible
- monter en ordre le schéma
- intégration implicite en temps
- passer en 3d

Améliorations à faire

- modèle compressible/compressible
- monter en ordre le schéma
- intégration implicite en temps
- passer en 3d

Améliorations à faire

- modèle compressible/compressible
- monter en ordre le schéma
- intégration implicite en temps
- passer en 3d

Améliorations à faire

- modèle compressible/compressible
- monter en ordre le schéma
- intégration implicite en temps
- passer en 3d