Introduction des effets liés à la topographie du terrain

Richard Saurel

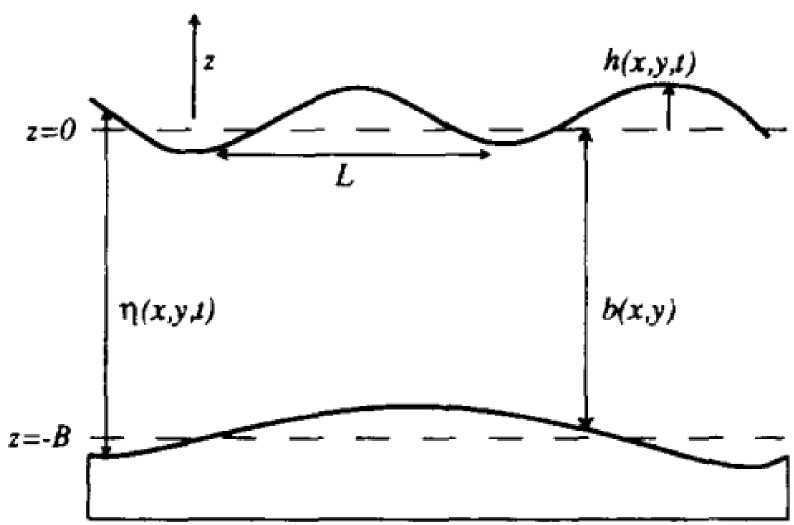
Richard.Saurel@univ-amu.fr

Dans tout ce qui précède, on a considéré un fond plat et obtenu ces équations:

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial hu}{\partial x}=0$$

$$\frac{\partial hu}{\partial t}+\frac{\partial\left(hu^2+\frac{1}{2}gh^2\right)}{\partial x}=0$$

Mais le fond est très souvent variable:



On peut revenir au Chapitre 2 et établir un modèle qui tienne compte de ces effets ….

On peut aussi accepter ce qui figure dans tous les livres et se convaincre de la validité des équations :

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial hu}{\partial x}=0$$

L’équation de masse est inchangée.

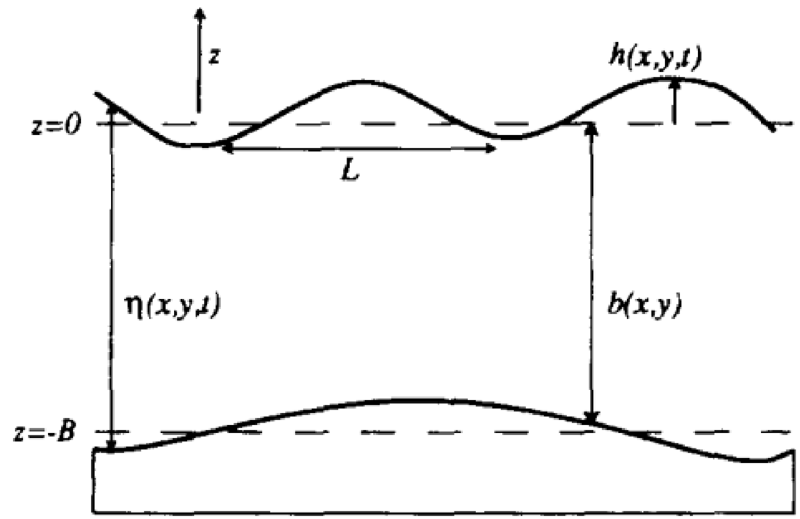
$$\frac{\partial hu}{\partial t}+\frac{\partial\left(hu^2+\frac{1}{2}gh^2\right)}{\partial x}=-gh\frac{\partial b}{\partial x}$$

L’équation du mouvement comporte un terme supplémentaire.

Le gradient de la hauteur du fond, c’est-à-dire en fait la pente du fond, intervient.

Effets de la pente $\frac{\partial b}{\partial x}$

$$\frac{\partial hu}{\partial t}+\frac{\partial\left(hu^2+\frac{1}{2}gh^2\right)}{\partial x}=-gh\frac{\partial b}{\partial x}$$



Si $\frac{\partial b}{\partial x}<0$ le fond est de plus en plus profond par rapport à la surface.

Le groupement $-gh\frac{\partial b}{\partial x}$ est positif.

Ce terme va agir comme un terme source qui va faire croitre la quantité de mouvement hu.

Accélération liée à la pente $\frac{\partial b}{\partial x}$

Lorsque la pente est inversée, les effets inverses sont observés : ralentissement.

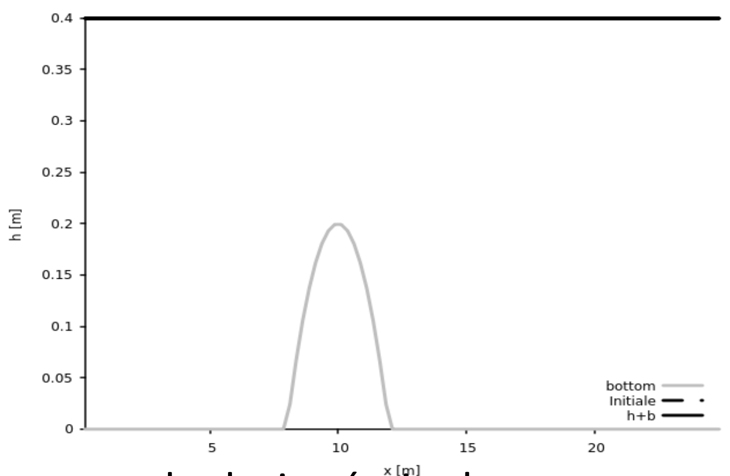
Equilibre mécanique

A l'équilibre, même si le fond présente des variations de profondeur, la vitesse doit rester nulle et la hauteur invariante.
Comment se comportent les équations lorsque la vitesse est nulle ?

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial hu}{\partial x}=0 \longrightarrow \frac{\partial h}{\partial t}=0$$

$$\frac{\partial hu}{\partial t}+\frac{\partial\left(hu^2+\frac{1}{2}gh^2\right)}{\partial x}=-gh\frac{\partial b}{\partial x} \longrightarrow gh\frac{\partial h}{\partial x}=-gh\frac{\partial b}{\partial x}$$

$$gh\frac{\partial (h+b)}{\partial x}=0$$

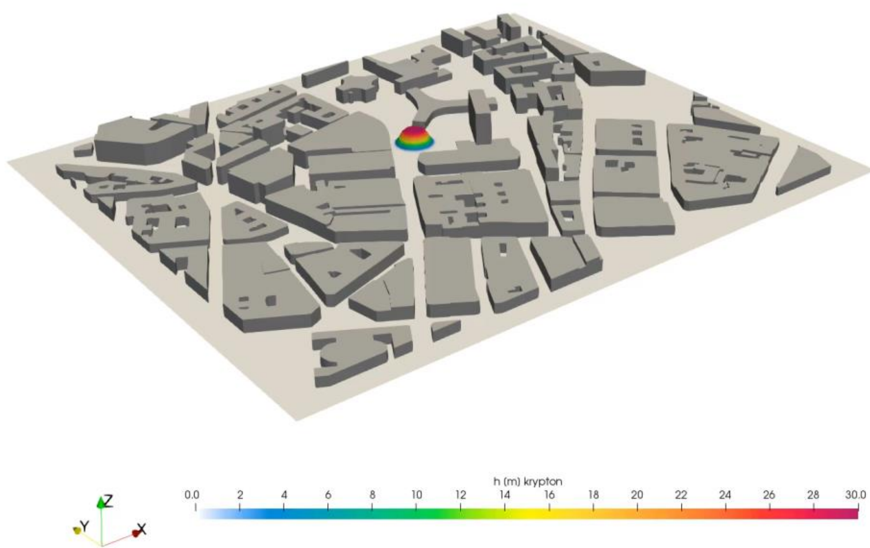


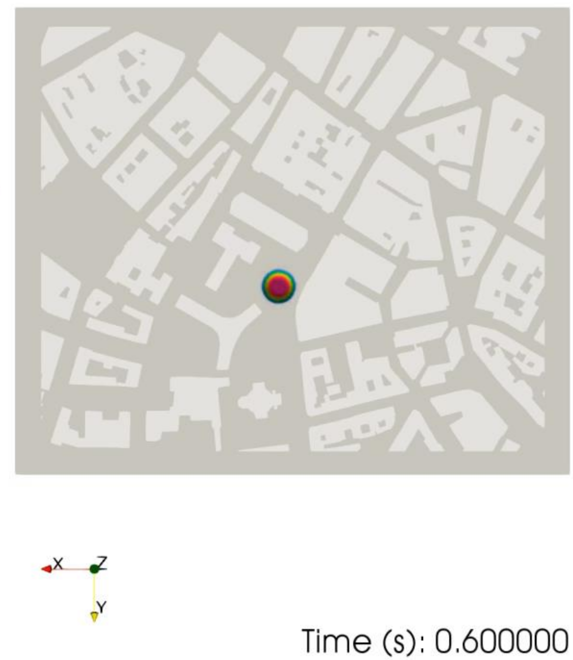
$$\longleftarrow h+b=cste$$

Si le terme de droite était absent, on aurait h=cste …. ce qui n'est pas très juste ... voire complètement faux ..

Exemples d’applications

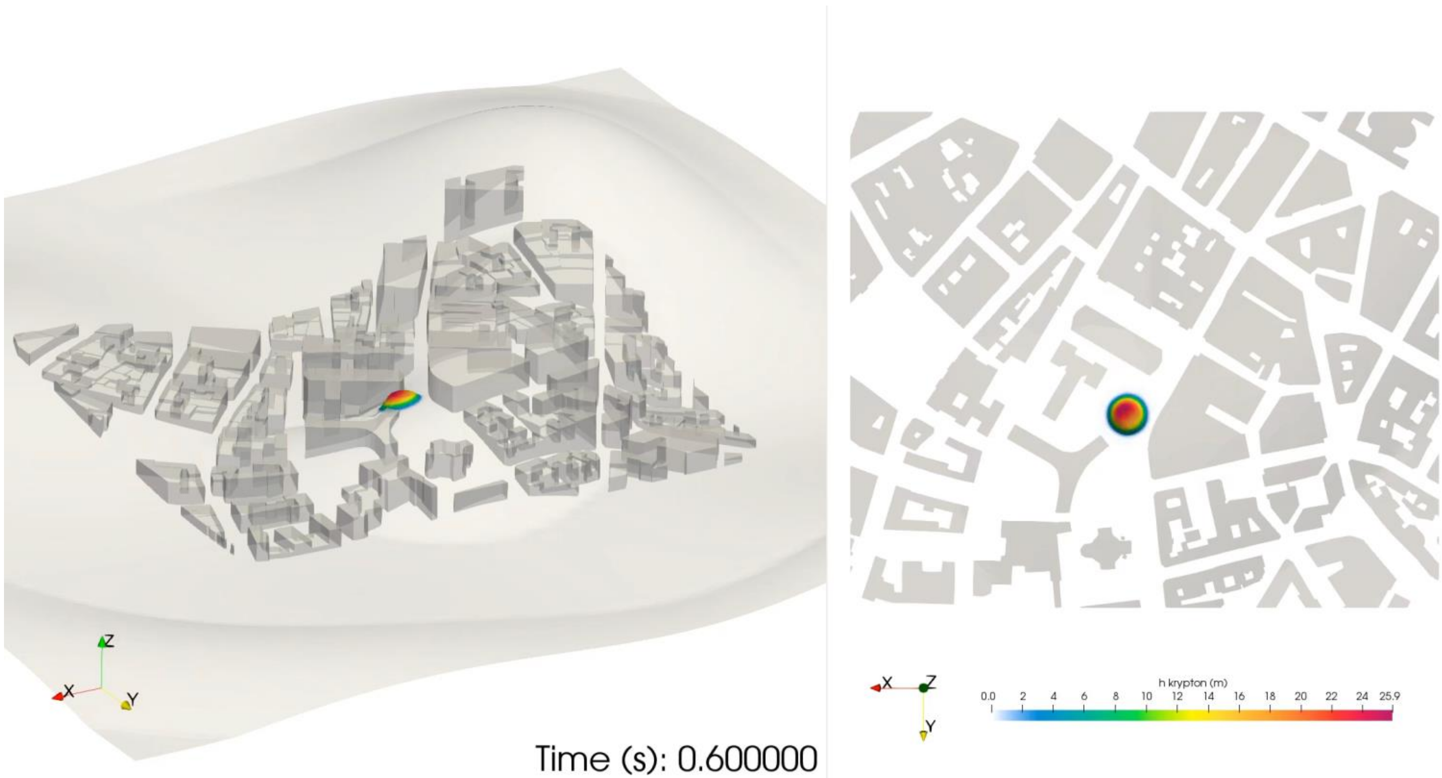
Relâche instantanée d’un container cylindrique de gaz dense dans une ville sur fond plat.





On peut récupérer des fichiers shapefiles à partir d’applications telles que Google Maps et avoir l’empreinte et la hauteur des bâtiments d’une ville.
Ensuite on génère un maillage et on résout le modèle précédent en 2D.

Avec prise en compte du relief



Le relief d’une zone est renseigné dans des fichiers GIS (Geographical Information Standard), disponibles sur des sites dédiés. En France, l’IGN (Institut Géographique National) par exemple.

L’intersection entre topographie (GIS) et bâtiments (Shapefiles) pour la génération du maillage est un travail de spécialiste.

En résumé

On commence à se diriger vers des outils de simulation complexes ou professionnels.
Mais on comprend leur philosophie et fonctionnement.

Il faut maintenant ajouter des effets physiques tels que:

- La pluie.
- Effets de la mer.
- Perméation des sols.