

Des rivières
et des hommes



Prédiction d'inondation avec Telemac 2D

Pr HUYNH Thanh Son
Institut Polytechnique
Université du Vietnam à Ho Chi Minh Ville



Dans le cadre de



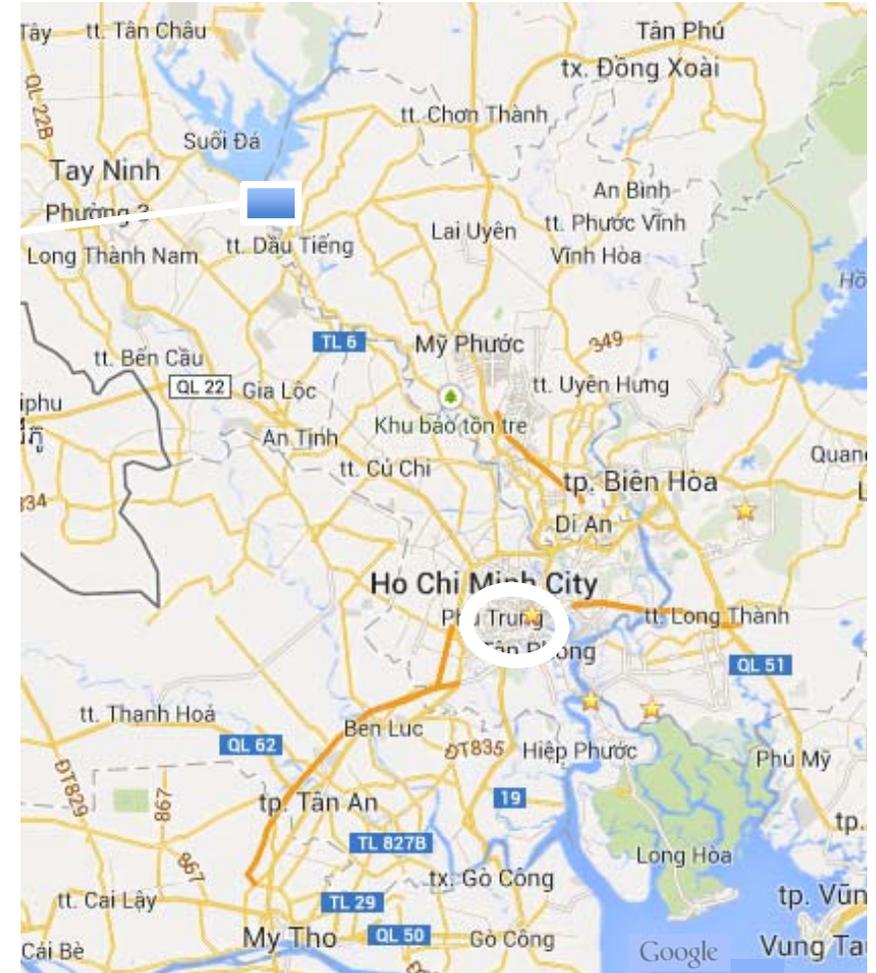
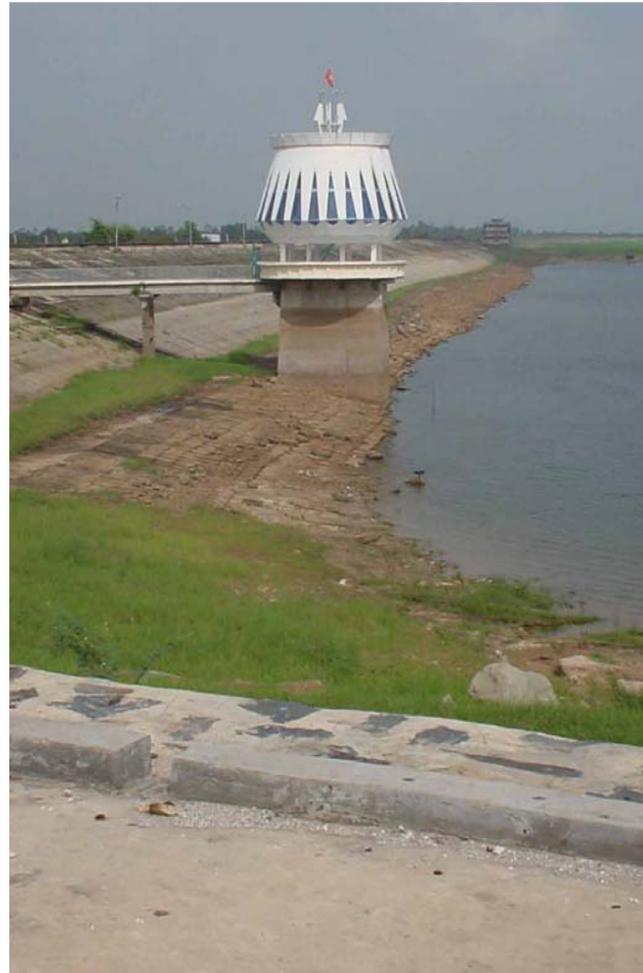
RESCIF

Réseau d'excellence
des sciences de l'ingénieur
de la Francophonie

Prédiction d'inondation avec Telemac 2D



Pr HUYNH Thanh Son
Institut Polytechnique
Université du Vietnam
à Ho Chi Minh Ville





Pr HUYNH Thanh Son
Institut Polytechnique
Université du Vietnam
à Ho Chi Minh Ville

Prédiction d'inondation
avec Telemac 2D



Plan de la présentation

Réservoir de Dau Tieng

- paramètres importants
- géographie

Telemac 2D : description

- système d'équations
- modèle de turbulence et méthode numérique

Telemac 2D : modélisation

- maillage
- conditions aux limites
- calibration du modèle
- temps de calcul

Résultats

Conclusion



Pr HUYNH Thanh Son
Institut Polytechnique
Université du Vietnam
à Ho Chi Minh Ville

Prédiction d'inondation
avec Telemac 2D

1. Réservoir de Dau Tieng

2. Telemac 2D

3. Modélisation

4. Résultats

5. Conclusion

Caractéristiques du réservoir

- en amont de la rivière de Sài Gòn (130 km du centre de Ho Chi Minh Ville)



H = 28 m

L = 1100 m

- volume d'eau normal : $1,58 \cdot 10^9 \text{ m}^3$

- aire d'irrigation $\approx 100\,000$ ha (de Tay Ninh à HCMV)
- barrage en terre
- débit d'évacuation maximal des crues : $2800 \text{ m}^3/\text{s}$



Pr HUYNH Thanh Son
Institut Polytechnique
Université du Vietnam
à Ho Chi Minh Ville

Prédiction d'inondation
avec Telemac 2D

1. Réservoir de Dau Tieng

2. Telemac 2D

3. Modélisation

4. Résultats

5. Conclusion

Le logiciel Telemac 2D

Un logiciel libre
de simulation
numérique pour :

- la résolution
des équations de
Saint-Venant 2D
horizontales (x, y)
- en eau peu profonde

The TELEMAC system

**An integrated
tool for
environmental
CFD**

Used by EDF R&D for dimensioning and safety
studies

Many other users all over the world

www.opentelemac.org

Telemac 2D : système d'équations

équation de continuité :

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (h \vec{U}_o) = S_h$$

équation de quantité de mouvement suivant x :

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \vec{U}_o \cdot \vec{\nabla} U = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + S_x + \frac{1}{h} \vec{\nabla} \cdot [h \nu_t \vec{\nabla} U]$$

équation de quantité de mouvement suivant y :

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \vec{U}_o \cdot \vec{\nabla} V = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + S_y + \frac{1}{h} \vec{\nabla} \cdot [h \nu_t \vec{\nabla} V]$$

- h : profondeur d'eau (m) ; ζ : niveau d'eau (m)
- U et V : composantes horizontales de vitesse (m/s)
- ν_t : viscosité turbulente (m^2/s)
- S_h : source ou puits du fluide (m/s) dans l'équation de continuité
- S_x et S_y : source (m/s^2) dans les équations de quantité de mouvement (vent, pression atmosphérique, force de Coriolis, frottement de fond, etc.)

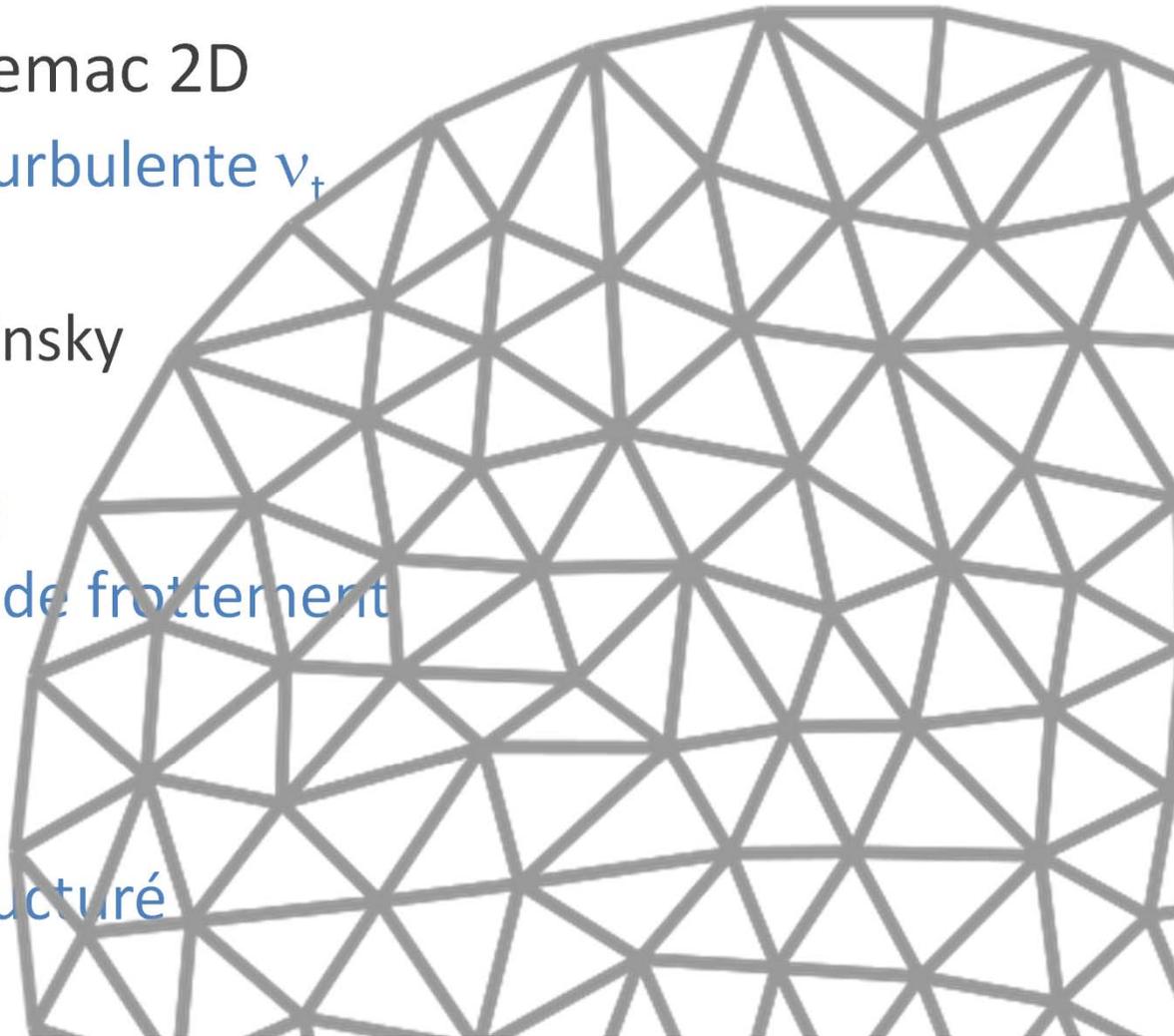
Modèles de turbulence et méthode numérique

Modèles de turbulence dans Telemac 2D

- but : déterminer la viscosité turbulente ν_t (coefficient mathématique)
- modèles : Elder, K- ϵ , Smargorinsky
- modèle d'Elder :
 $\nu_{tl} = 6u_*h$
 $\nu_{tt} = 0,6u_*h$
 u_* : vitesse de frottement

Méthode numérique :

- méthode des éléments finis
- maillage des triangles non structuré





Pr HUYNH Thanh Son
Institut Polytechnique
Université du Vietnam
à Ho Chi Minh Ville

Prédiction d'inondation
avec Telemac 2D

1. Réservoir de Dau Tieng

2. Telemac 2D

3. Modélisation

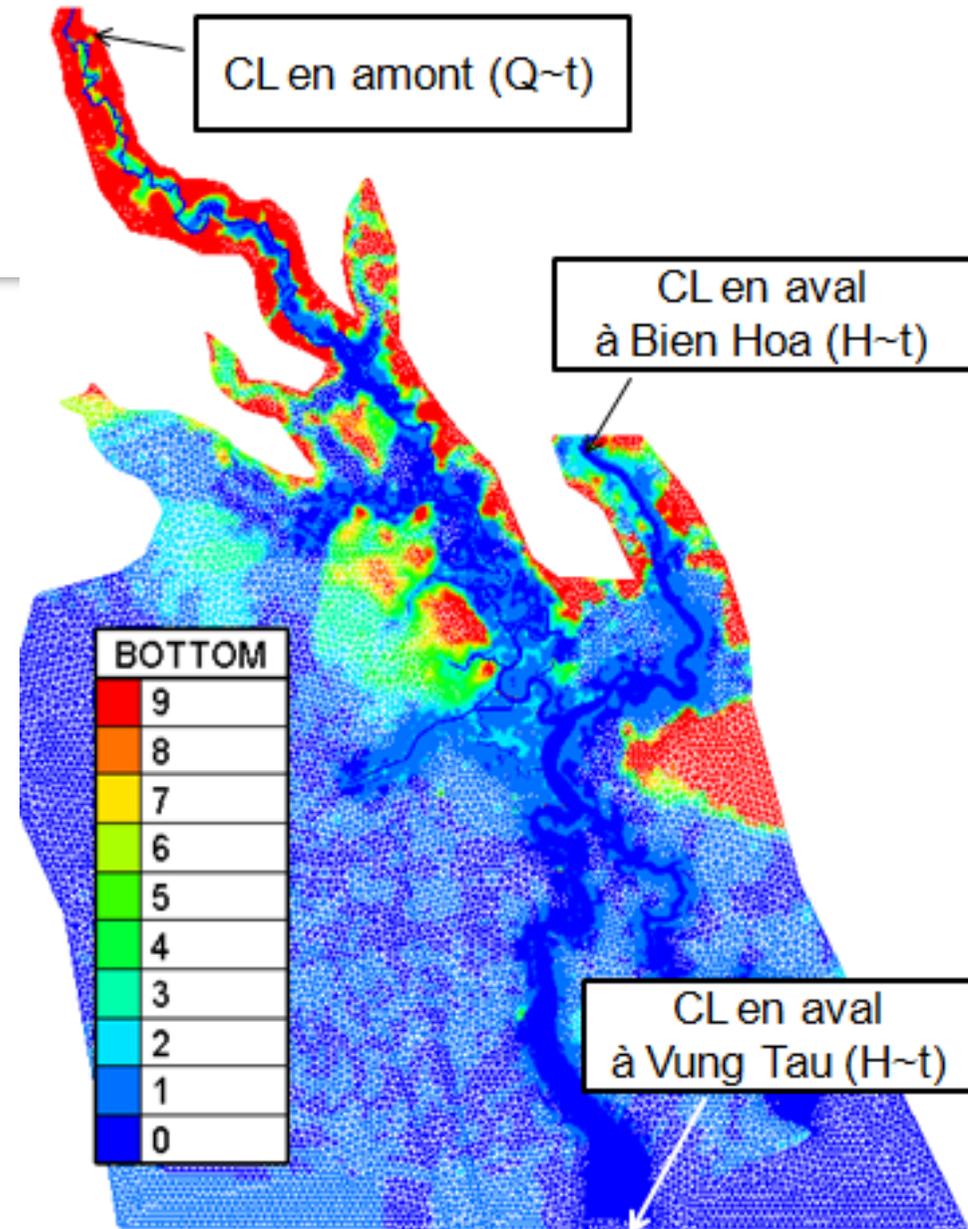
4. Résultats

5. Conclusion

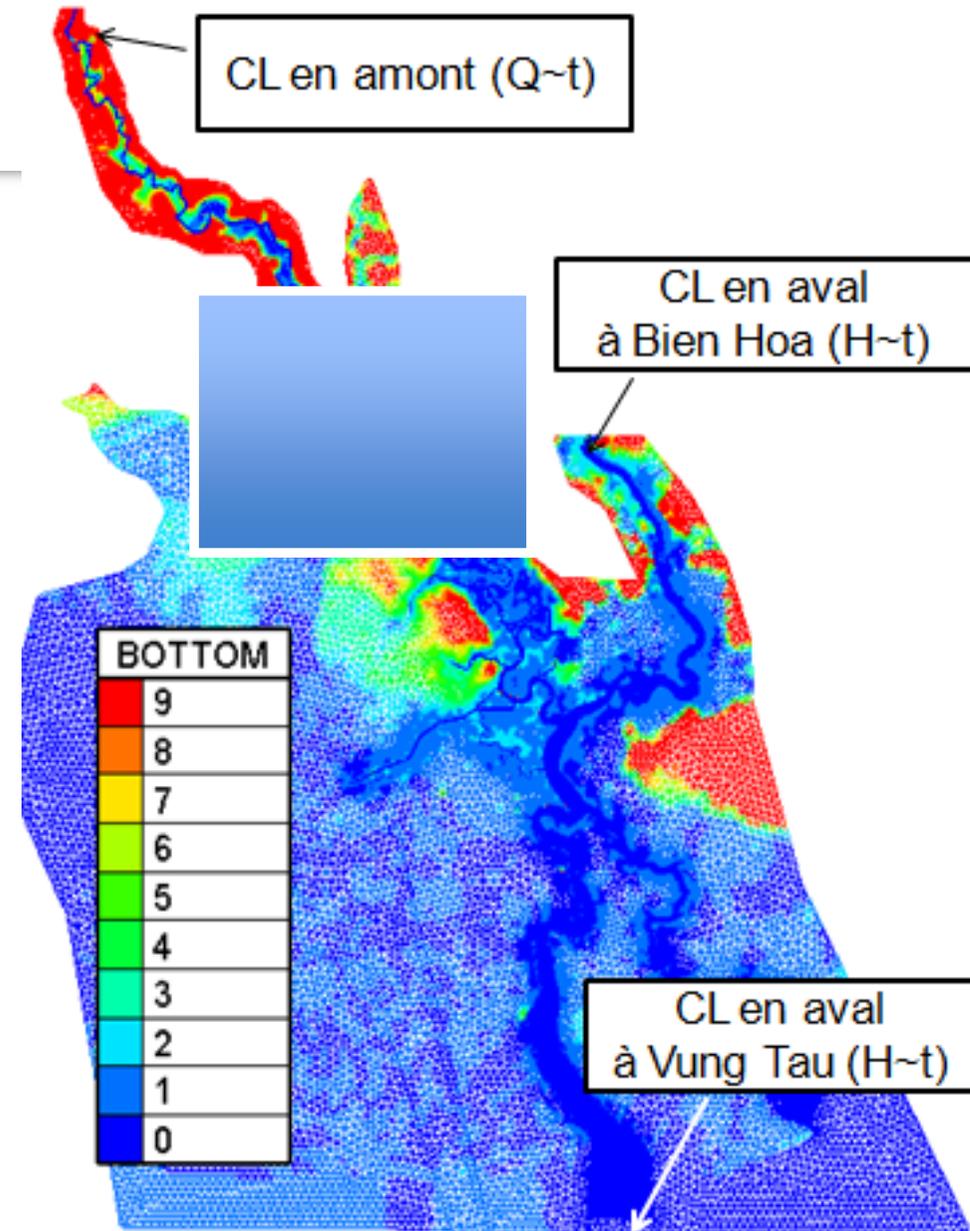
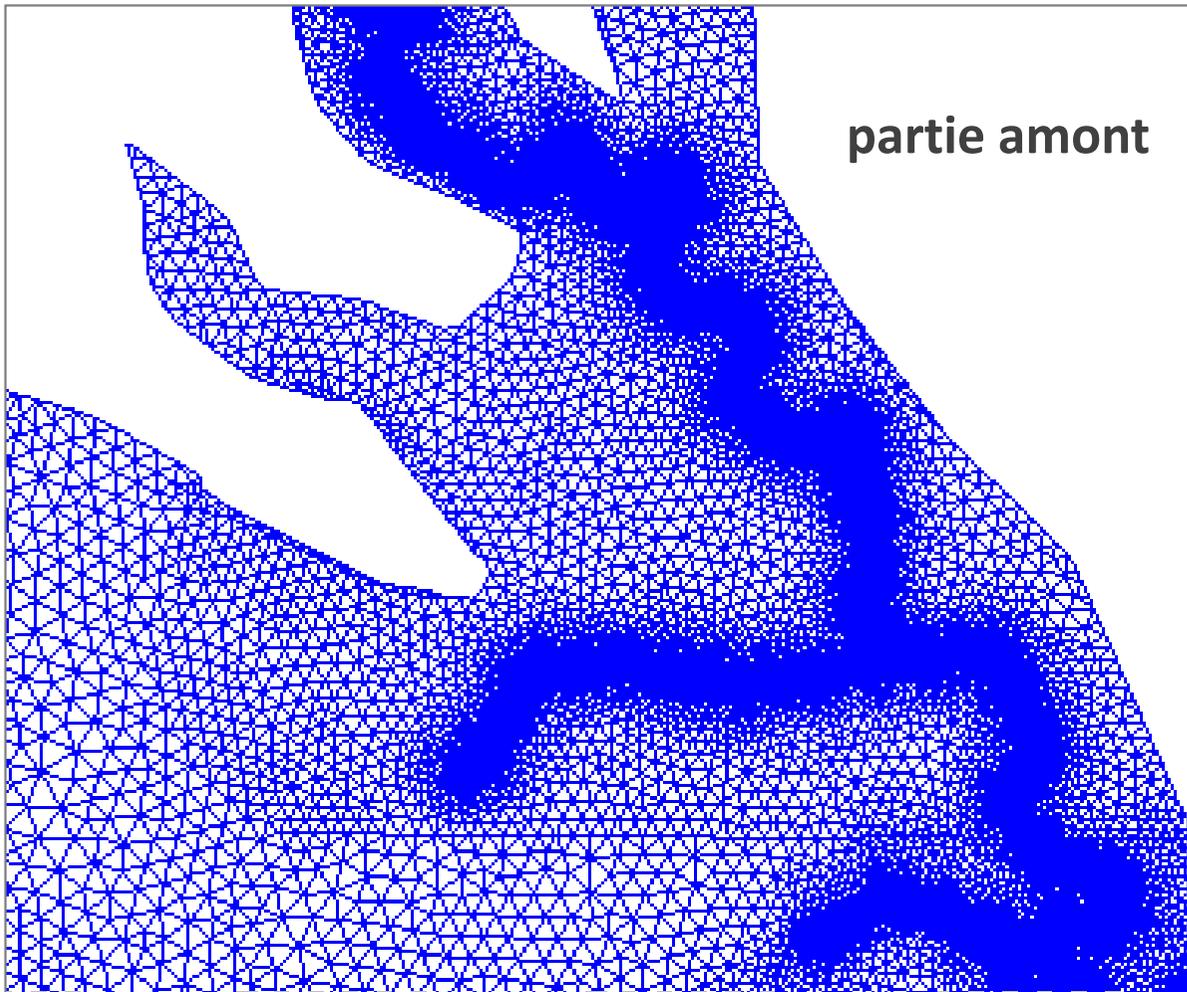
Modélisation : maillage

179 340 éléments
triangulaires de
taille variable :

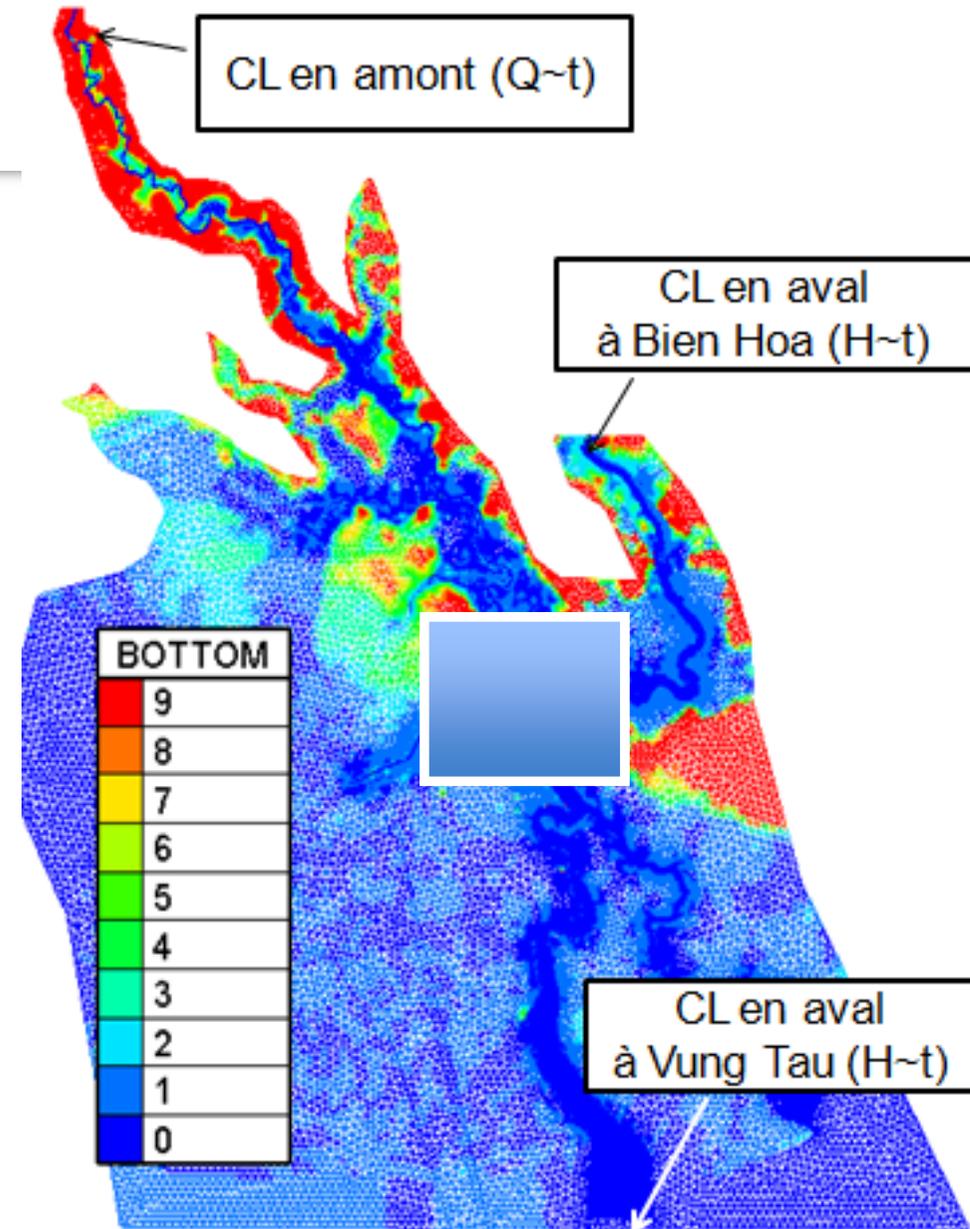
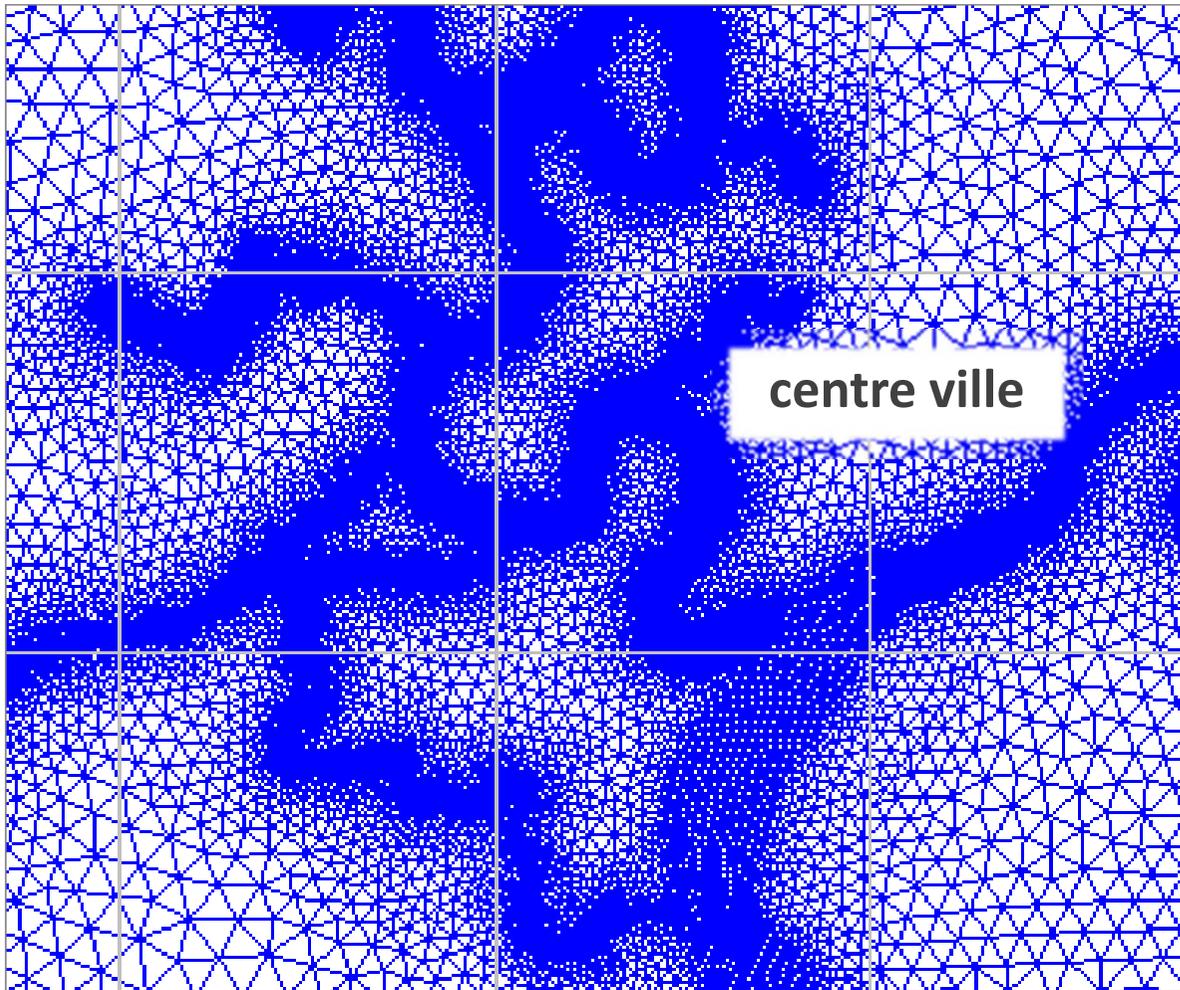
- de 10 m
(dans la rivière)
- à 700 m (loin du bord
de la rivière)



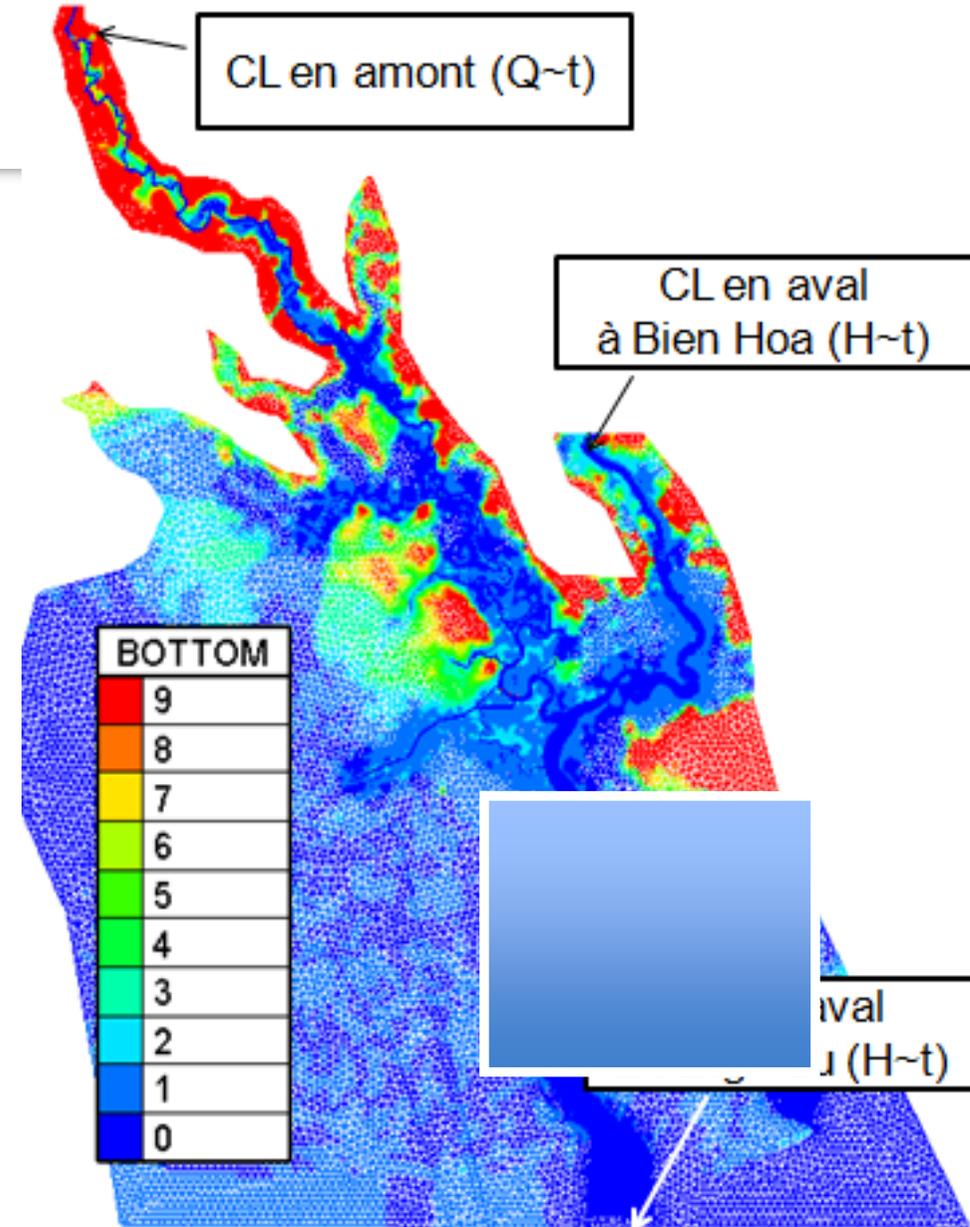
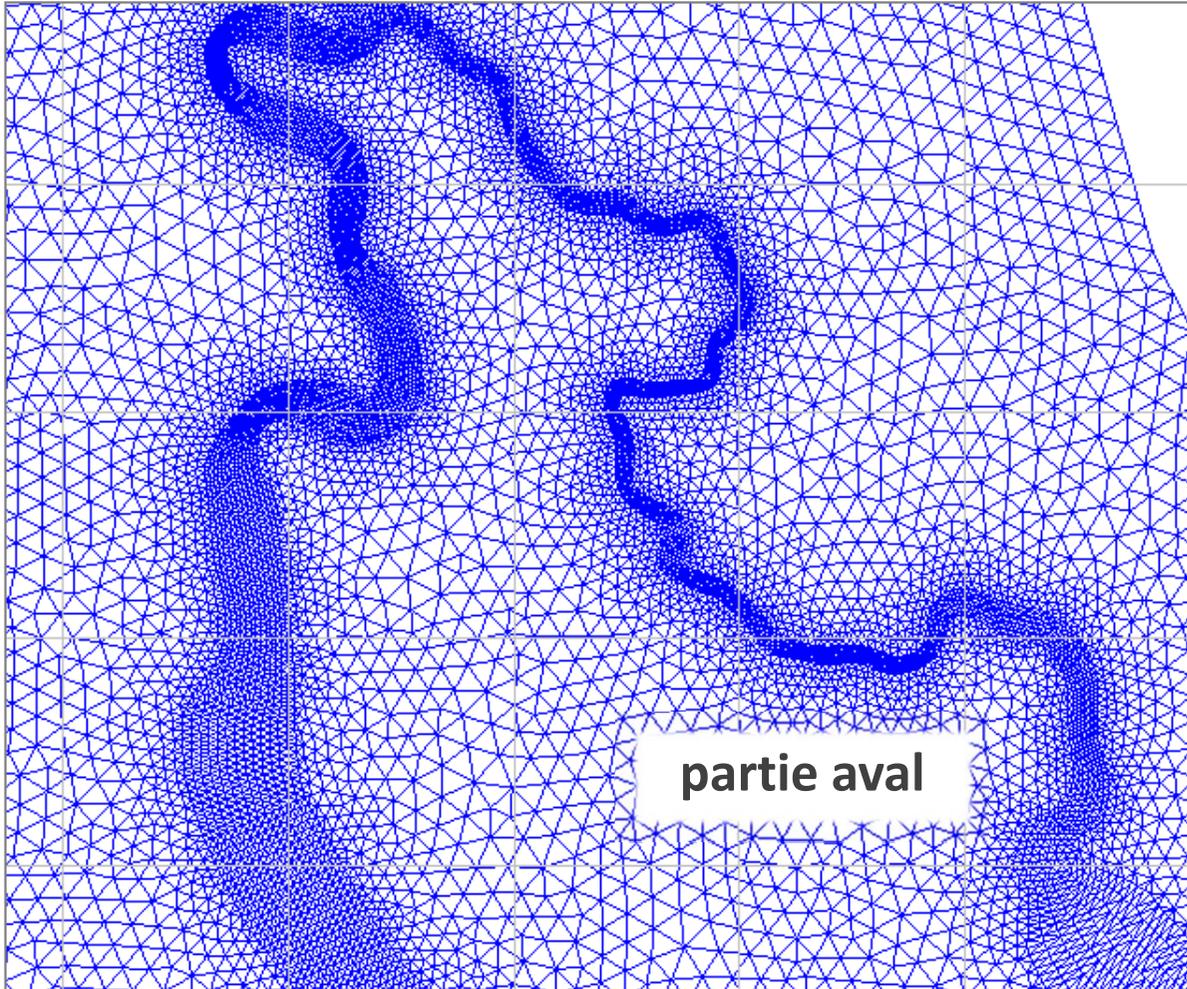
Modélisation : maillage



Modélisation : maillage



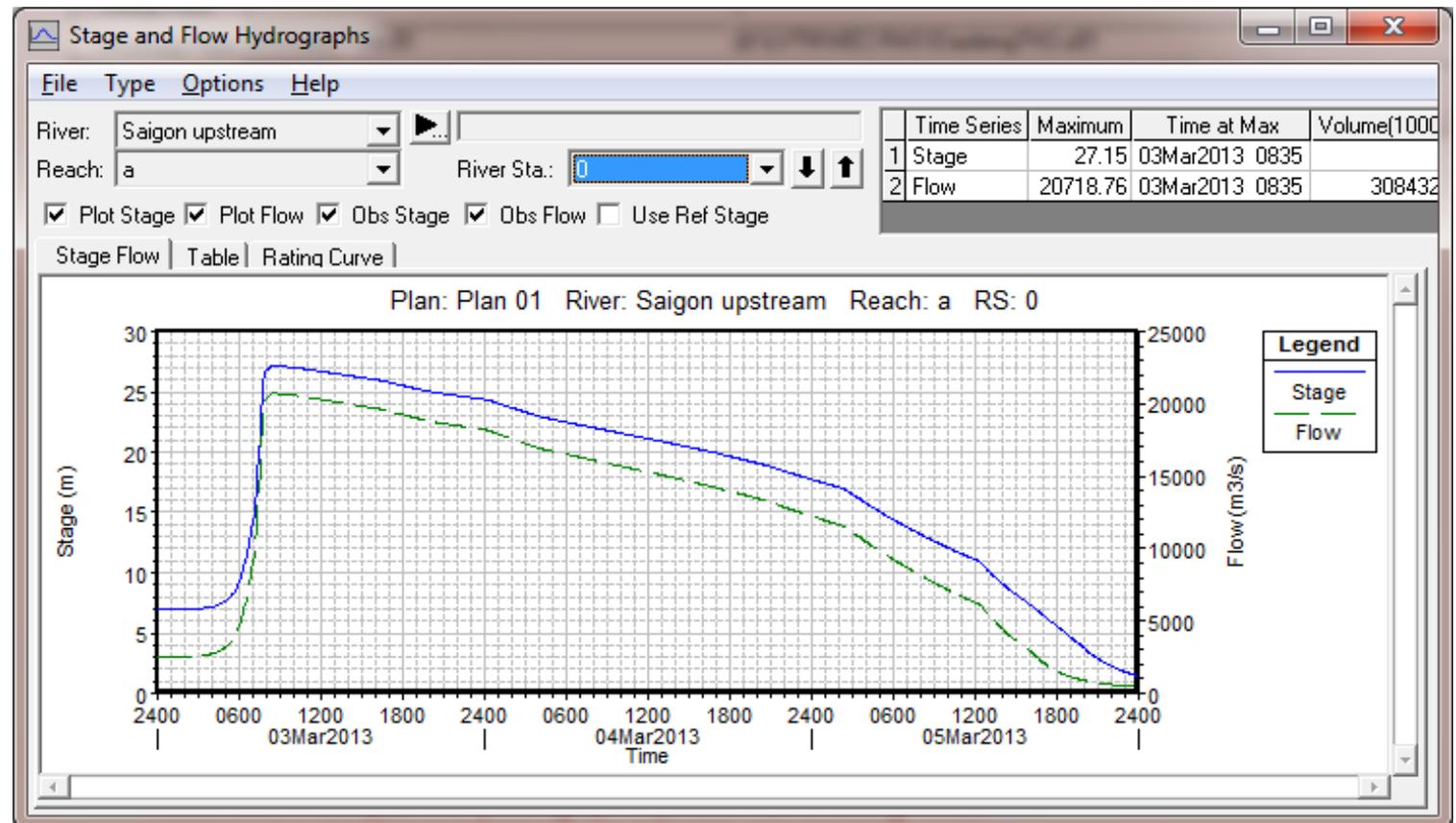
Modélisation : maillage



Conditions aux limites

En amont
(barrage)

- débit Q
en fonction
du temps t
obtenu avec
le logiciel libre
1D HEC-RAS



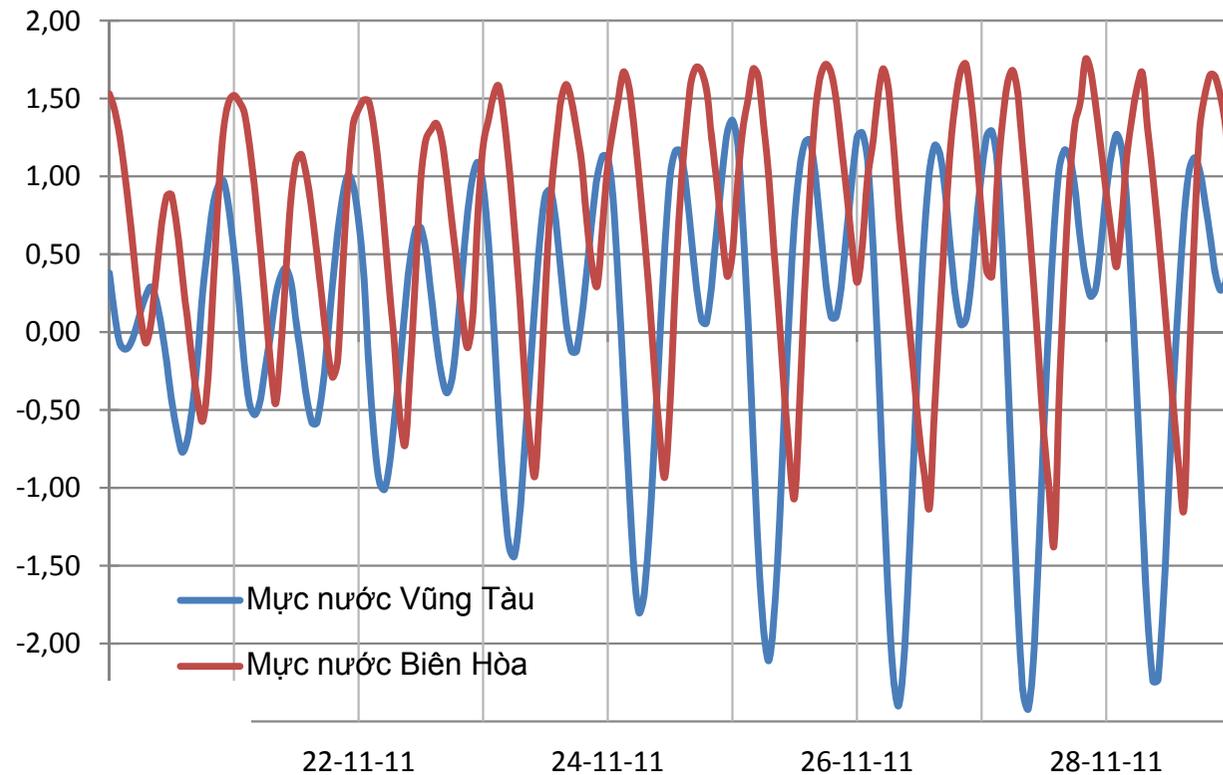
www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras

Conditions aux limites

En aval

• niveaux d'eau H
en fonction du temps t
mesurés à :

— Bien Hoa
— Vung Tau

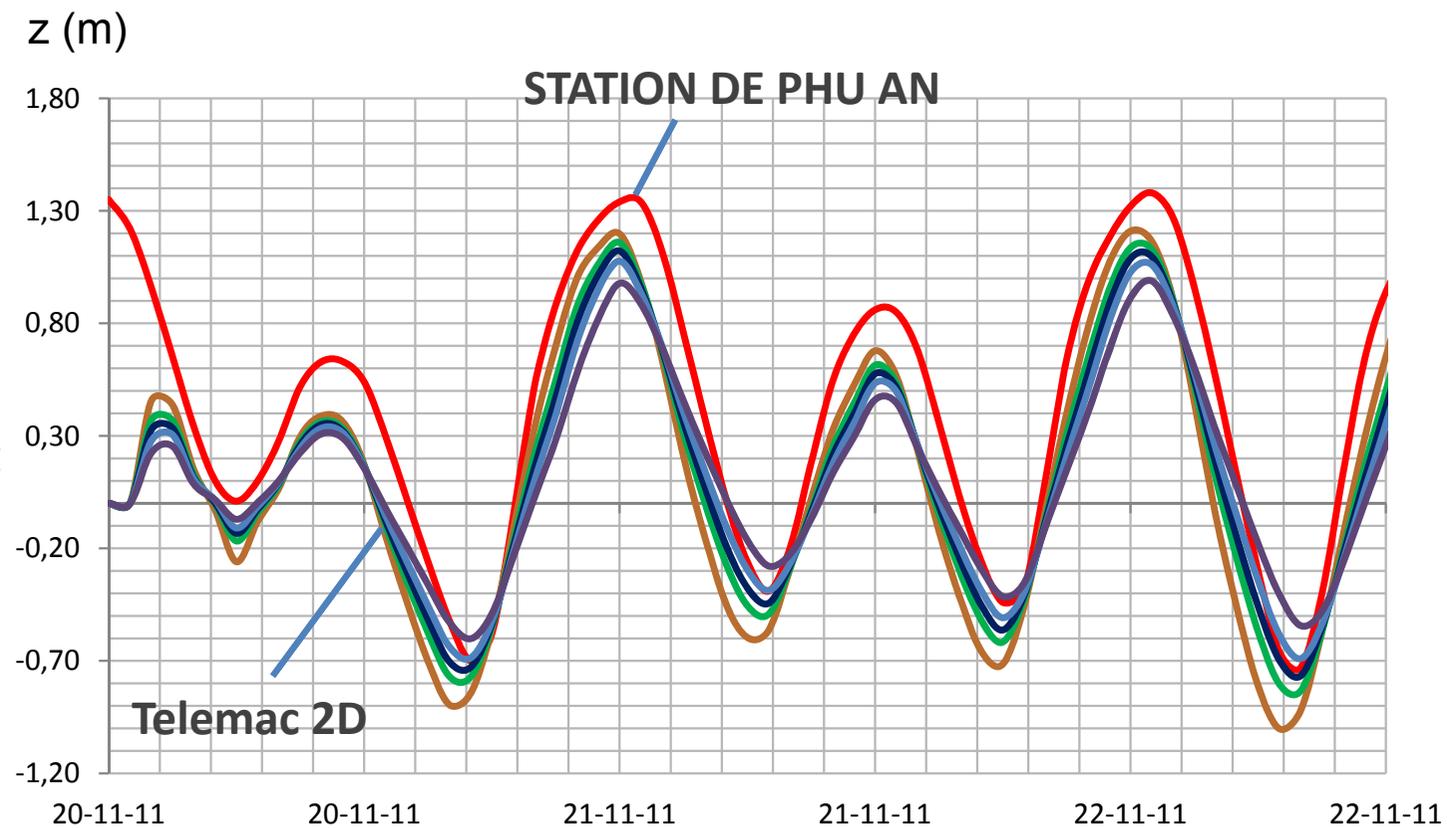


Calibration du modèle

Comparaison entre les
niveaux d'eau :

- calculés avec Telemac 2D
pour 5 valeurs de
rugosité de Manning
($n = 0,01; 0,02; 0,025; 0,03;$
 $0,04$)

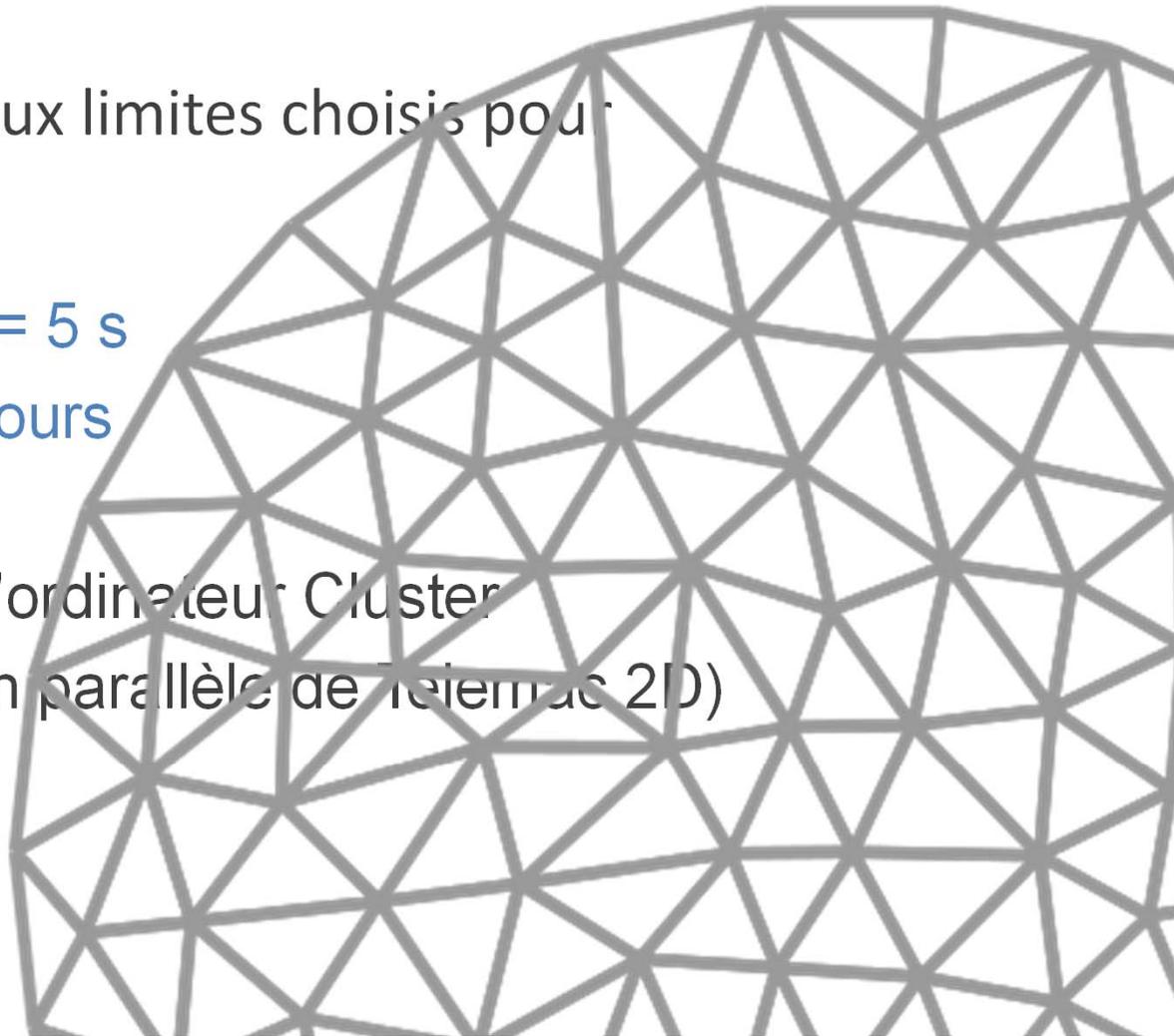
- et mesuré (—)
à la station de Phu An



Temps de calcul

Avec le maillage et les conditions aux limites choisis pour l'étude de cas :

- pas de temps de calcul : $\Delta t = 5 \text{ s}$
 - temps de simulation : $T = 9 \text{ jours}$
- ➔ temps de calcul = 2h50 sur l'ordinateur Cluster
(8 CPU, 16 GB RAM, version parallèle de Telemac 2D)



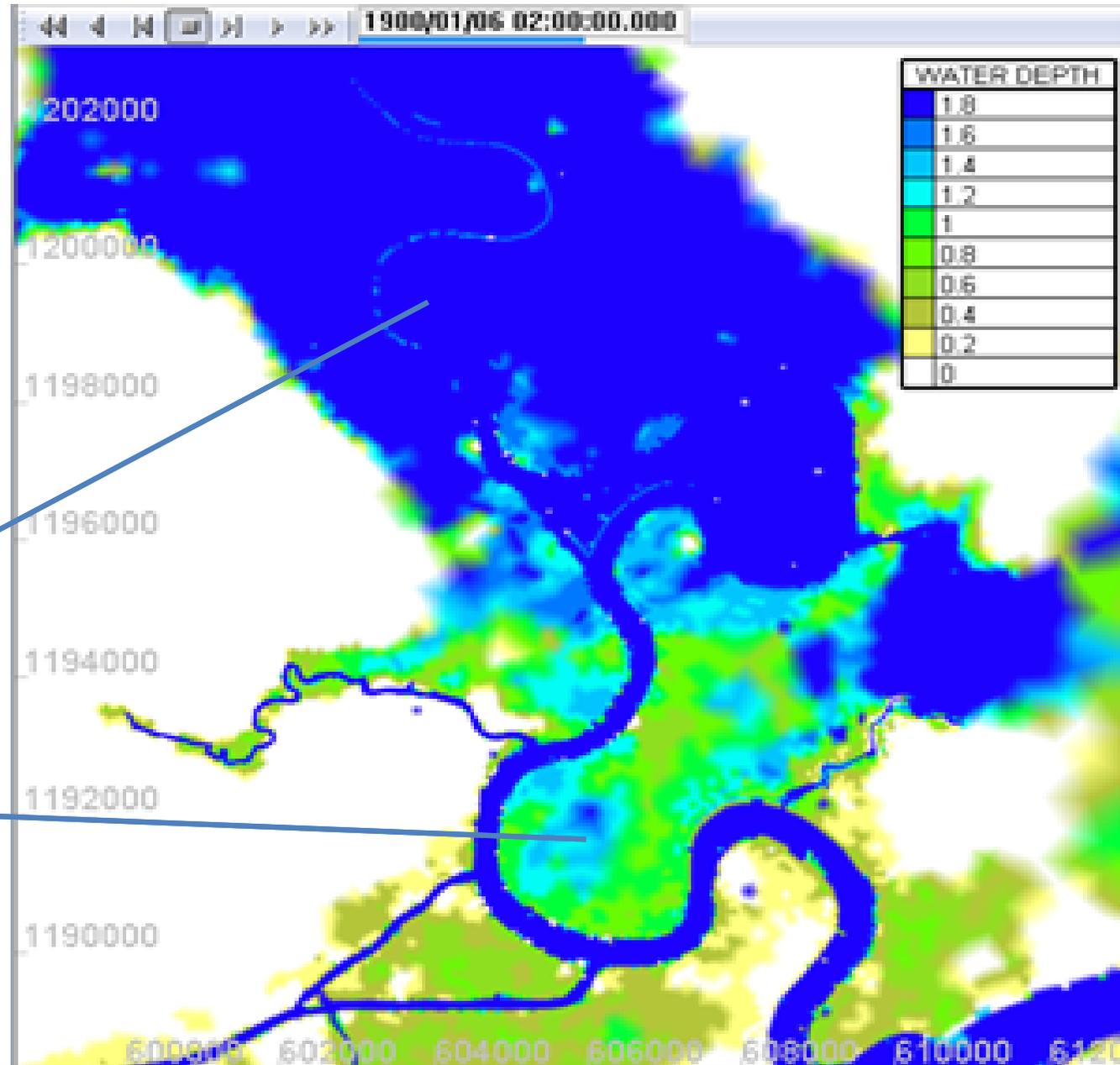


Notre simulation est prête...

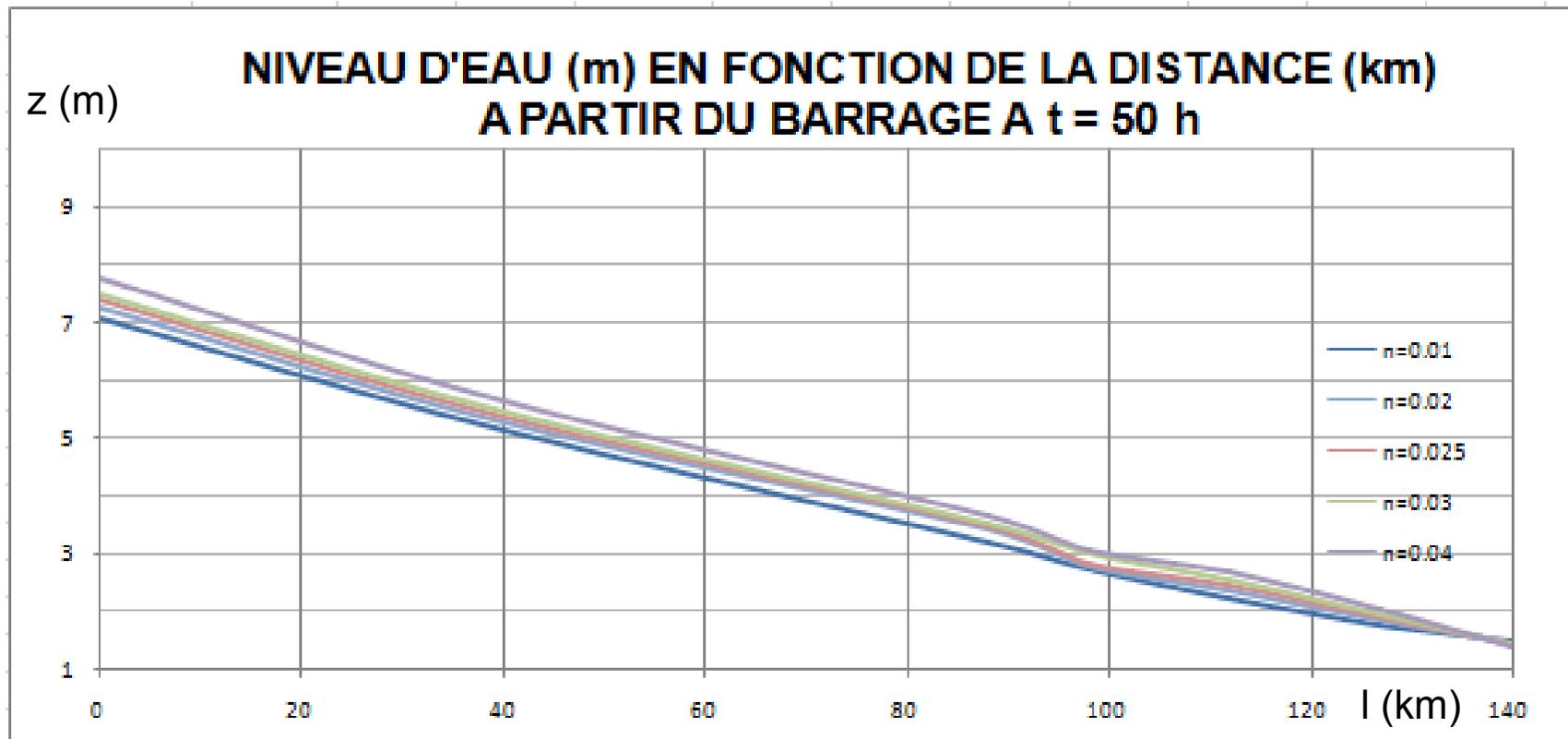
Résultats

Hauteurs d'eau dans les zones inondées (simulation avec écoulement débordé des berges) :

- le long de la rivière : 0 à 2 m
- au centre ville : de 0,4 à 1,0 m



Résultats



Amont

Barrage Dau Tieng

Centre ville

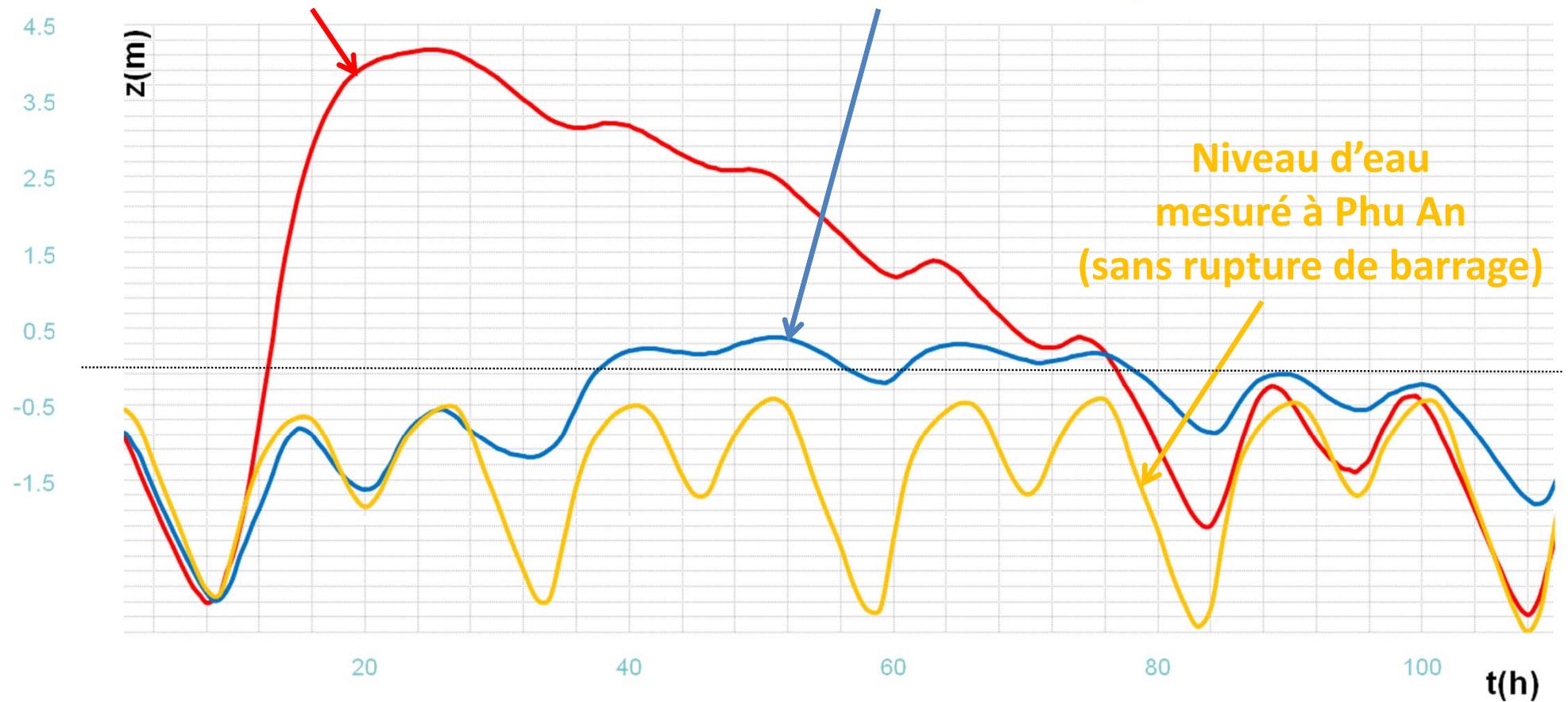
Thanh Da-Thu Thiem

Aval

Nha Be

Deux simulations d'écoulement (modèle 1D vs 2D)

Niveau d'eau à Phu An avec l'écoulement supposé enfermé dans la rivière & l'écoulement débordé des berges ($n=0,04$)





Pr HUYNH Thanh Son
Institut Polytechnique
Université du Vietnam
à Ho Chi Minh Ville

Prédiction d'inondation avec Telemac 2D

1. Réservoir de Dau Tieng

2. Telemac 2D

3. Modélisation

4. Résultats

5. Conclusion

Conclusion

Le logiciel Telemac 2D

- capable de **simuler l'écoulement non-permanent à surface libre**
- interfaces entrée/sortie commodes à utiliser

Remarques

- pour des résultats de qualité : **les données de la zone d'étude (topographiques, hydrologiques, etc.) doivent être à jour**
- pour une meilleure calibration du modèle : **changer la rugosité de Manning n selon les divers tronçons de la rivière de Sài Gòn**
- **modélisation simplifiée** (ne prend pas en compte les bâtiments et ouvrages)

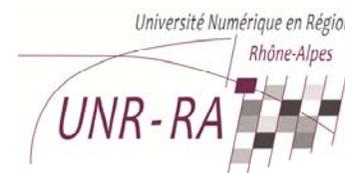
Des rivières et des hommes



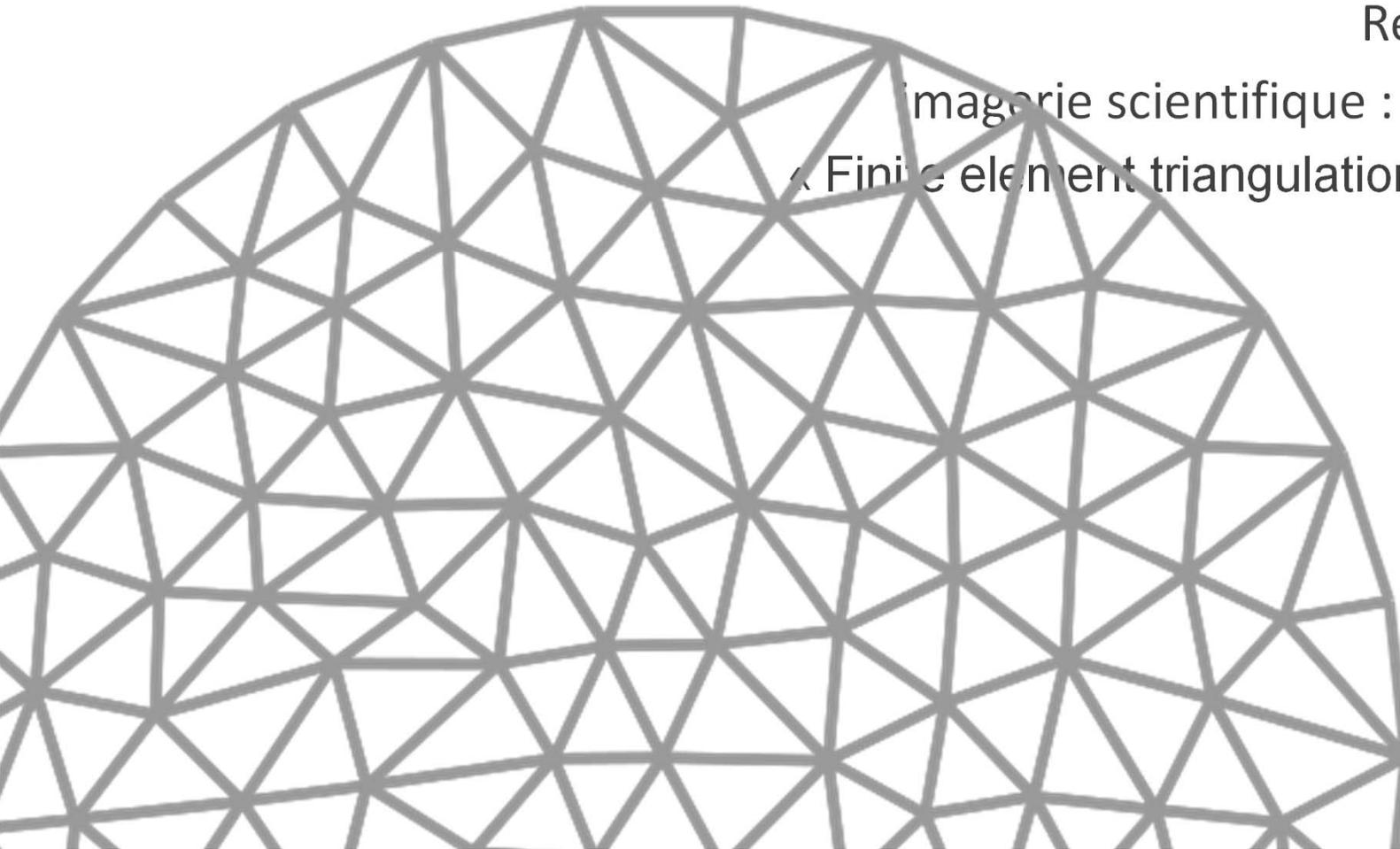
Réalisation



Avec le soutien de



Crédits photo



Réservoir de Dau Tieng,

Imagerie scientifique : **Pr HYUNH Thanh Son**

« Finite element triangulation » : **Oleg Alexandrov**

Réalisation multimédia



PerForm - Grenoble INP



Service TICE-EAD de l'Université Pierre-Mendès-France, Grenoble 2