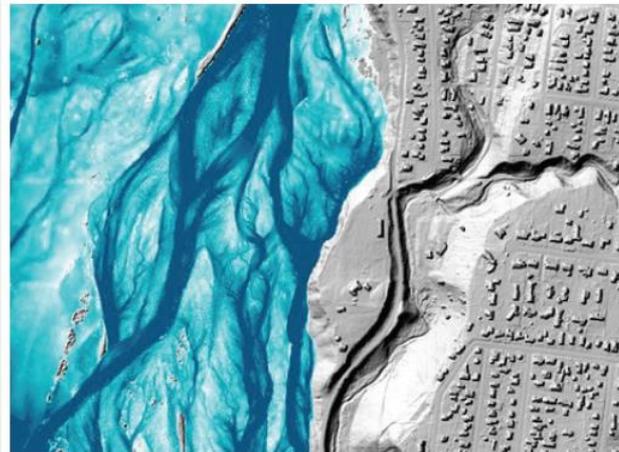
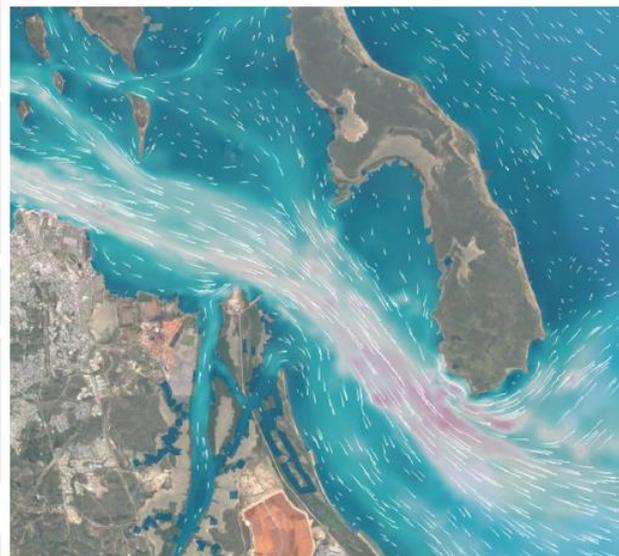


# TUFLOW

Arnaud Koch  
TUFLOW - Distributeur Francophone



SURFACE LIBRE

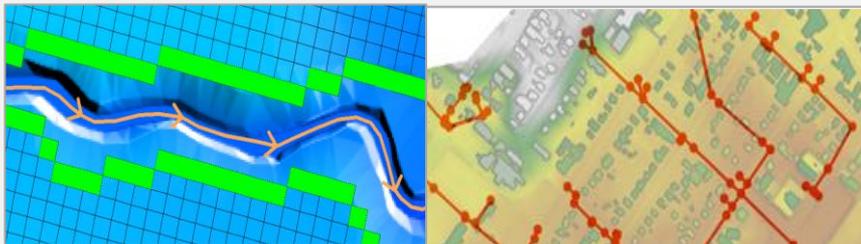


# Qu'est ce que TUFLOW ?

## 2 branches de produits :

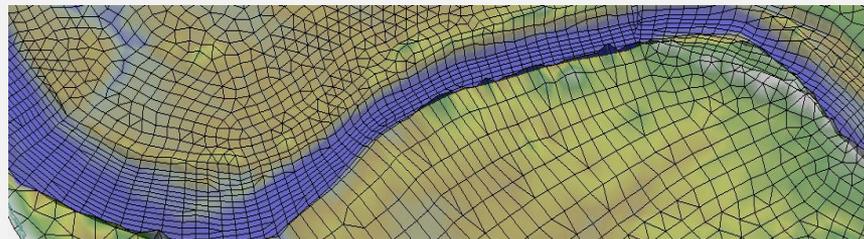
### TUFLOW Classic/HPC

- Modèle réseau 1D
- Modèle 2D avec **maillage fixe** ou **maillage "Quadtree"**
- Massivement optimisé (via les calculs carte graphique)
- Hydraulique fluviale/urbaine/modélisation intégrée



### TUFLOW FV

- Modèle 1D, 2D/3D avec **maillage flexible**
- Modèle reseau 1D à venir
- Applications environnementales :
  - Cas 3D (fluvial, maritime, etc...)
  - Transfert de polluants, de traceurs, température, calculs physicochimiques, densités différentes, non Newtonien



# TUFLOW Classic/HPC

## Une solution de modélisation intégrée 1D/2D complète

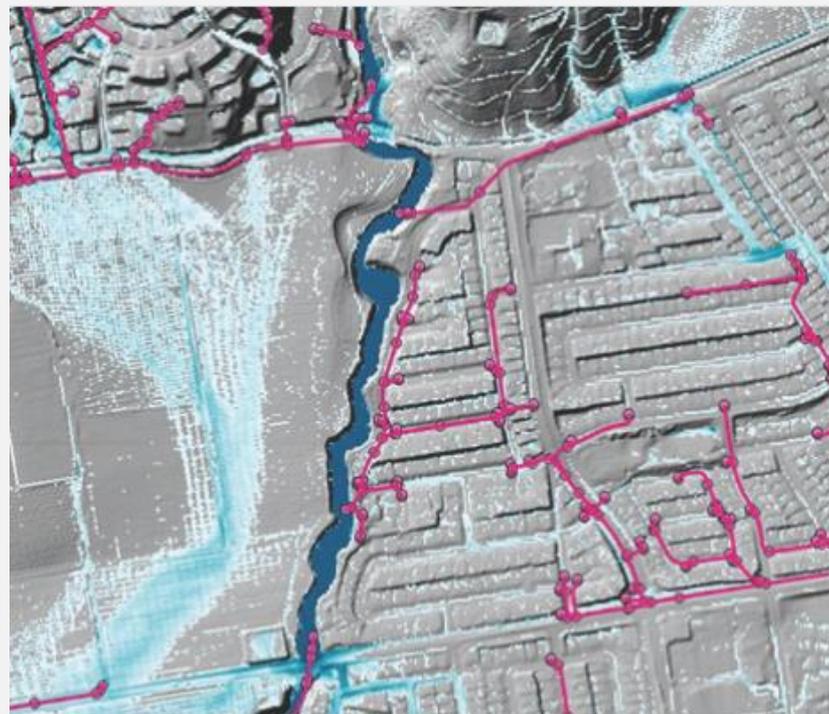
Un moteur de calcul 1D complet :

- 1D fluvial
- 1D conduites

Un modèle 2D stable et performant :

- Optimisation GPU (carte graphique)
- Un maillage optimisé :
  - Affinage des mailles « Quadtree »
  - Topographie infra mailles (Sub Grid Sampling)

**Pas de limite de nombre de nœuds/conduites  
1D ou d'éléments 2D dans la licence**



# TUFLOW Classic/HPC

## Une solution 1D complète rivière / conduites

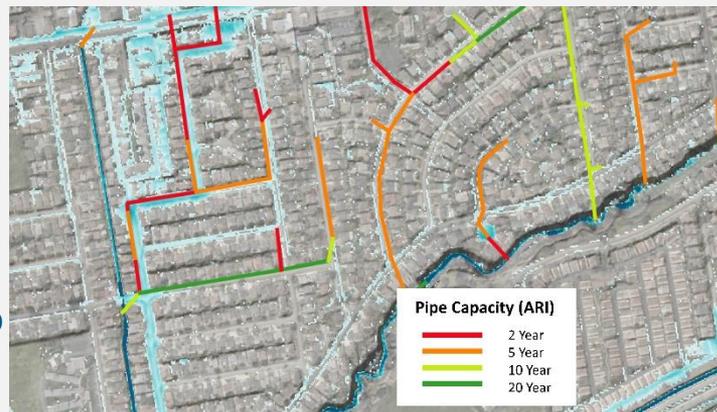
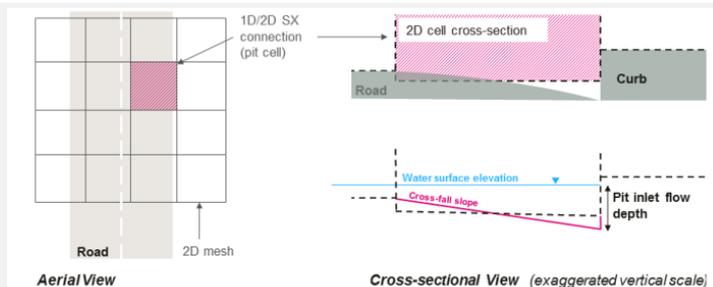
Résolution complète des équations de Barré de St Venant 1D (inertie incluse)

Une large palette de structures hydrauliques

- Ponts; plusieurs types de seuils; conduits circulaires, rectangulaires, fossés,
- Ouvrages hydrauliques (seuils et déversoirs fermés, écluses, stations de pompage)
- Ouvrages pilotés
- **Ajustement automatique des pertes de charge à chaque pas de temps selon les vitesses d'entrée et de sortie**

Réseaux d'assainissement & eaux pluviales

- Réseaux simples et complexes
- Différentes options pour la représentation des avaloirs et l'engouffrement 2D/1D
- Plusieurs méthodes de calcul des pertes de charge de regards, dont **Engelund avec les coefficients recalculés à chaque pas de temps**

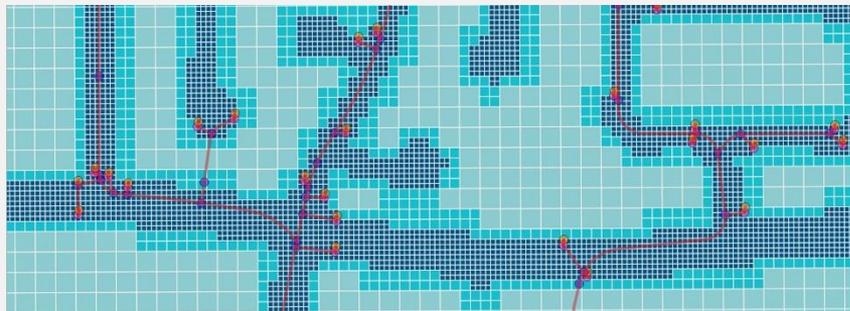


# TUFLOW Classic/HPC

## Une référence sur le couplage 1D/2D

### Le couplage 1D/2D TUFLOW

- Fluvial et/ou réseau
- Facile et pratique à mettre en place
- Extrêmement stable
- Préservation de la quantité de mouvement au couplage
- Le seul logiciel à ajuster les pertes de charge basées sur les vitesses d'entrée et de sorties 2D aux structures (fonctionnalité beta en 2020)
- Résultats 1D et 2D affichés simultanément

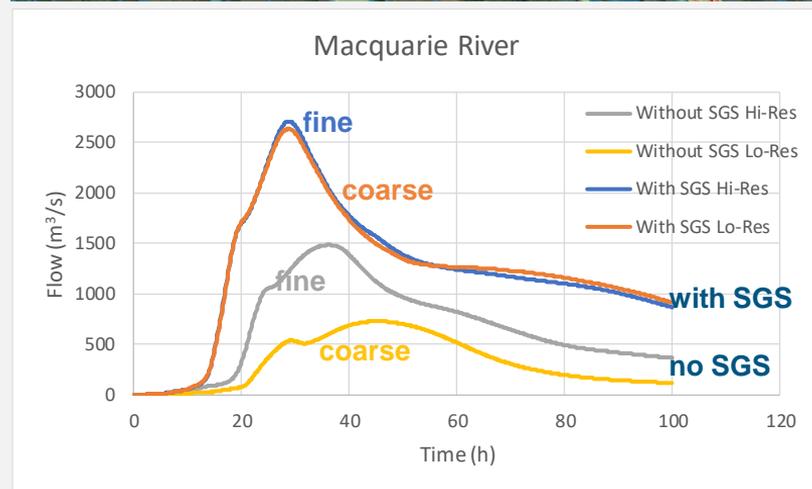
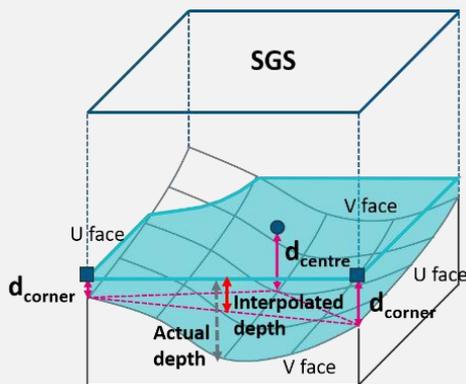


# TUFLOW Classic/HPC

## 2D Topographie infra mailles : Sub-Grid Sampling (SGS)

Modéliser avec précision, même avec des cellules plus larges :

- Prise en compte des détails à l'échelle infra mailles, en topographie (version 2020) et en Manning également (2021)

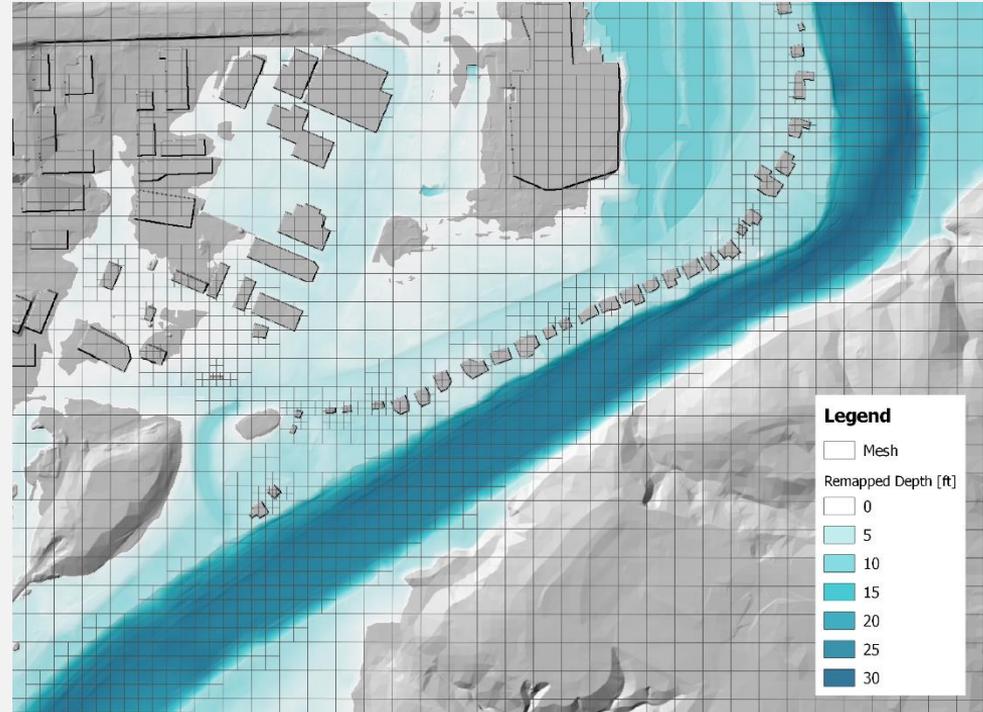


# TUFLOW Classic/HPC

## Topographie “infra mailles : Sub-Grid Sampling (SGS)

### Nouveauté pour 2021

- Sous échantillonnage des résultats en cohérence avec l'échantillonnage SGS pour des résultats hydrauliques à une définition plus fine que la grille de calcul.
- La finesse des résultats est définie dans le fichier de configuration ou gérée en post traitement via les utilitaires fournis.



# TUFLOW Classic/HPC

## 2D : le maillage Quadtree\*

**TUFLOW Classic est basé sur une grille à mailles carrées**

**Version 2020 : affinage optimisé de la grille par subdivision des cellules (approche Quadtree\*)**

- Variation aisée de la grille fixe de résolution
- Conversion d'une à quatre cellules, etc.
- Configuration en quelques minutes
- Combinaison de Quadtree et SGS très puissante pour obtenir le meilleur compromis temps de calcul/précision

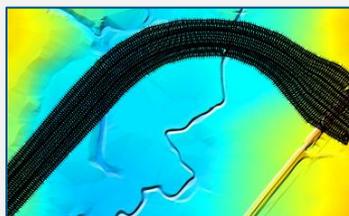


\* Option de licence spécifique

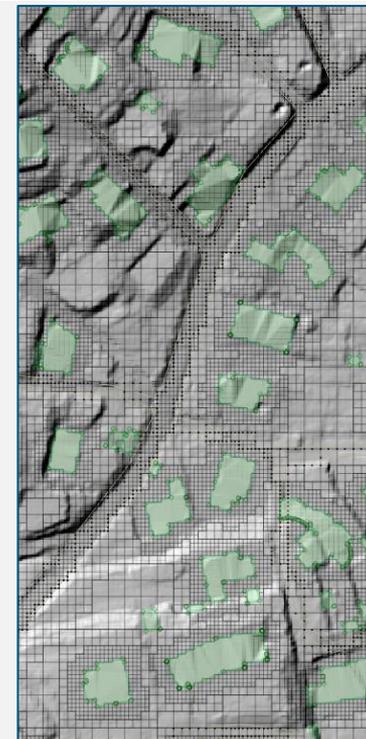
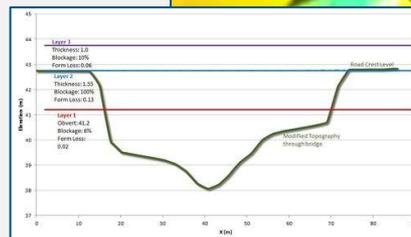
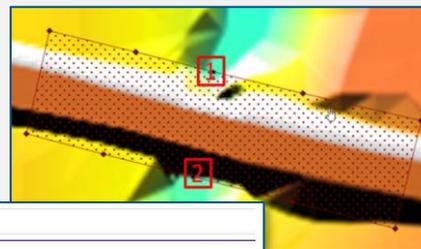
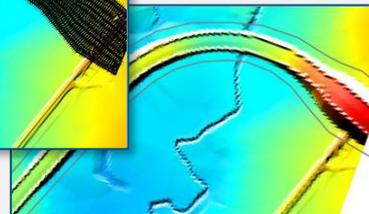
# TUFLOW Classic/HPC

## 2D : de nombreuses possibilités de façonnage des maillages

- ✓ Différenciation de la rugosité en fonction de l'occupation des sols avec prise en charge de couches SIG complexes
- ✓ Prise en compte de vides
- ✓ Prise en compte de modifications d'altimétrie :
  - ✓ Ponctuelles
  - ✓ Linéaires
  - ✓ Surfaiques via notamment des TIN 3D
- ✓ **Modifications complexes** : porosité, réduction de volume dans les cellules, ponts 2D complets avec blocages différenciés en fonction de la hauteur (tablier plein, parapet ajouré, etc...).



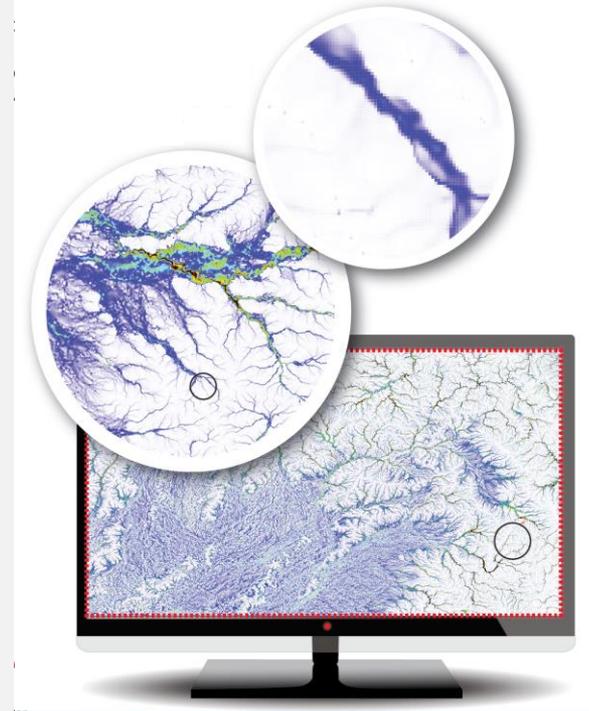
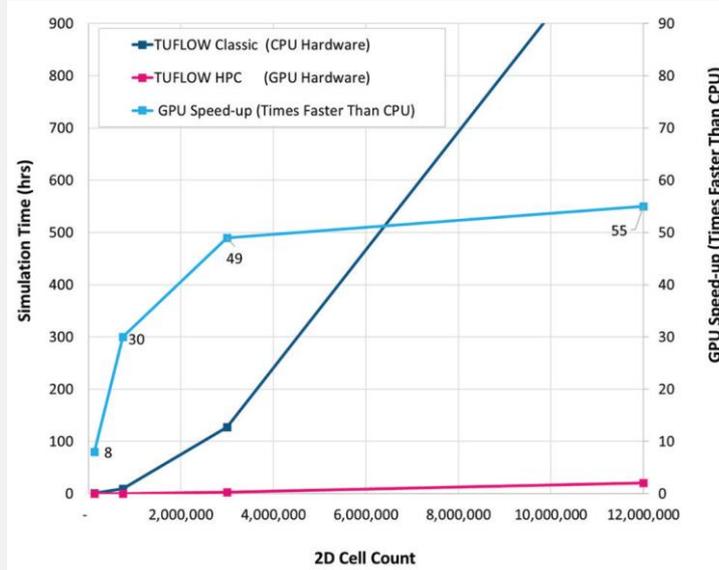
Modification Z via un TIN



# TUFLOW Classic/HPC

## 2D : Rapidité et efficacité

- Des modèles construits avec + de 100 millions de cellules
- Bientôt 1 milliard !



# TUFLOW Classic/HPC

## un focus sur la precision

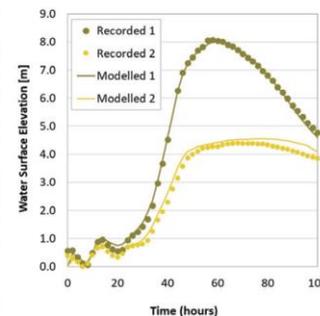
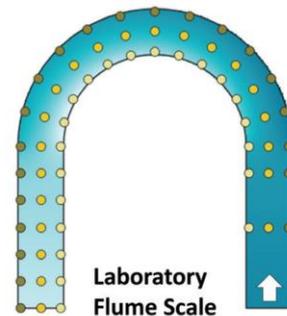
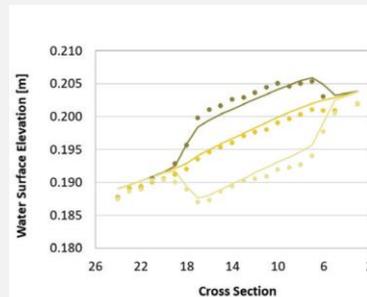
### Solveur 2D parallélisé sur GPU\* ou CPU

- Excellents résultats de convergence pour différentes tailles de cellules
- **Les profondeurs peuvent être  $\gg$  à la taille des cellules**
- Résoud TOUS les termes des équations (gravité, inertie, turbulence, résistance, etc)

### Nombreux benchmarks, à tout type d'échelle :

- Physique théorique
- Mesures de canal
- Étalonnages en conditions réelles

\* Option de licence spécifique

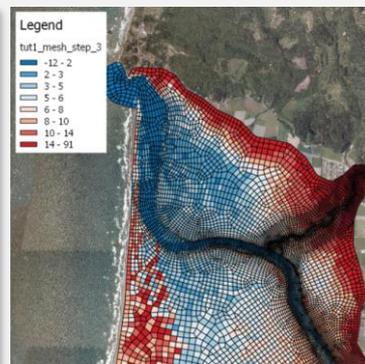
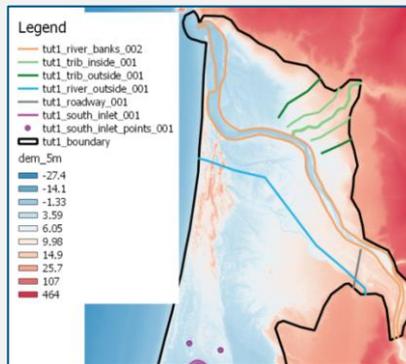
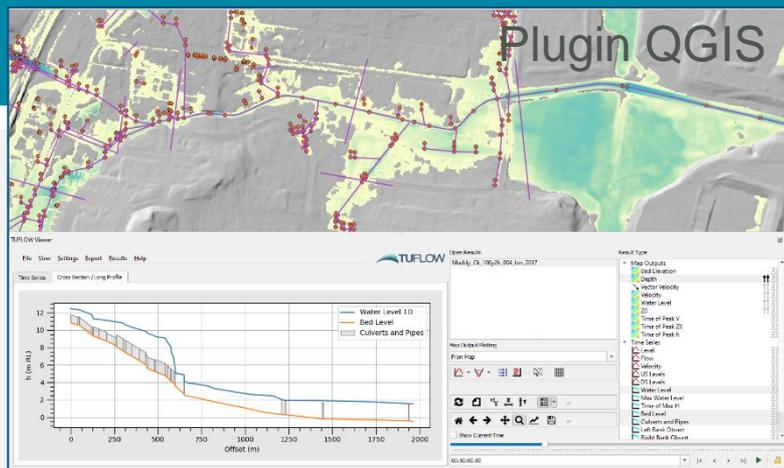


Catchment Scale

# La philosophie TUFLOW

## Effcience

- Modèles basés sur des couches SIG (shp ou geopackage) et des fichiers textes
  - pas d'effet de verrou dans un outil spécifique
- Intégration dans la majorité des outils SIG
  - QGIS, ArcGIS, (MapInfo)
- Facilement scriptable (e.g. python)
- **Un plugin QGIS gratuit** comme point central de votre process de modélisation :
  - Préparation des couches
  - Post traitement, visualisation des résultats 1D et 2D
- **La construction des modèles et la consultation des résultats ne nécessite pas de licence**
- Compatibilité avec des interfaces externes
  - 12D, Flood Modeller, GIS Mesher, SMS, waterRIDE, XP-2D



# TUFLOW Classic/HPC

## Efficiency of the modeling process

### ✓ Gestion des configurations géométriques par “couches” successives :

- ✓ Optimise la construction du modèle
- ✓ Permet une grande souplesse dans la gestion des scénarios à tester, exemple :
  - ✓ Une couche SIG décrit les tronçons de conduit en situation actuelle
  - ✓ Une couche SIG reprenant seulement les tronçons modifiés (diameter, matériaux, etc...) est lue ensuite, elle vient modifier localement le modèle dans un scénario alternatif à tester.

### ✓ Prise en compte facilitée des scénarios :

- ✓ Hydrologiques
- ✓ Géométriques
- ✓ Possibilités de scripting facilities pour automatiser les runs
  - ✓ Voir l'article suivant : [2021\\_12-scenarios-events-and-variables](#)

```
! définition des cellules actives dans le modele  
  
Set Code == 0 ! Sets all cells to inactive  
  
Read GIS Code == gis\2d_code_actif.shp ! lecture d'un premier jeu de polygones  
définissant les zones actives du maillage  
Read GIS Code == gis\2d_code_bati.shp ! lecture d'un deuxieme jeu de polygones  
désactivant les cellules (code =0)
```

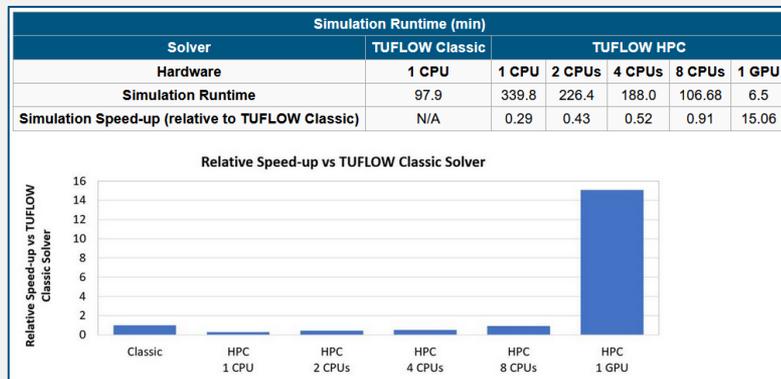
### ✓ Lancement des runs :

- ✓ Via le plugin Qgis
- ✓ Via l'éditeur de texte
- ✓ En ligne de commande pour scripter l'ensemble (utilisation possible de “wildcards” pour lancer des simulations par lots très facilement.

# TUFLOW Classic/HPC

## High Performance Computing

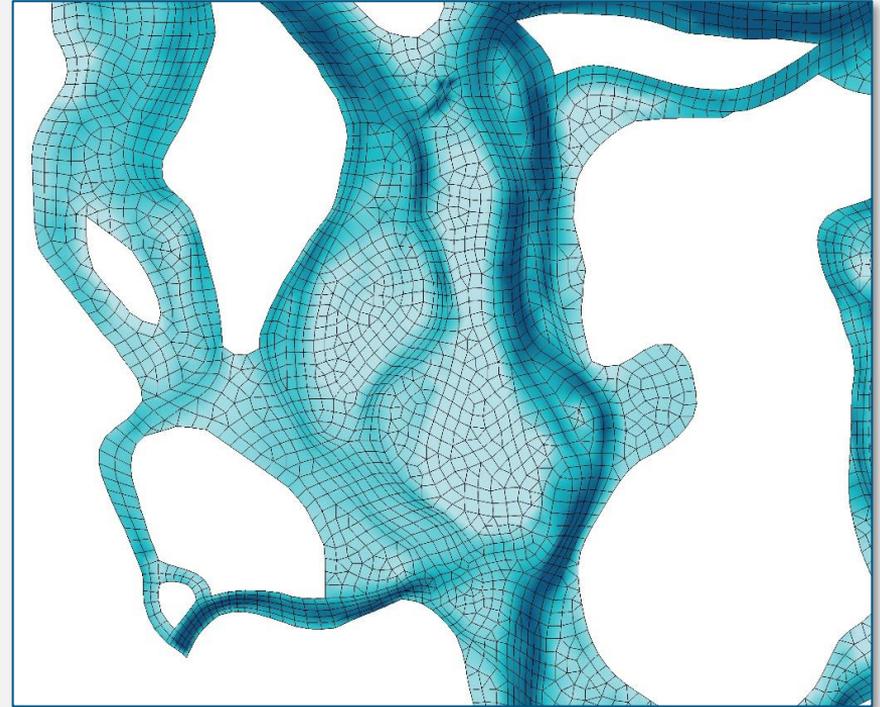
- ✓ **Parallélisation massive sur :**
  - ✓ CPU (processeur) multicoeur
  - ✓ GPU : cartes graphiques compatibles CUDA Nvidia, avec support du multi-GPU
    - des modèles sont disponibles pour tester votre hardware, sans nécessiter de licence TUFLOW pour tourner.
    - Visitez la page : [Tuflow Benchmarking](#)
- ✓ Desktop
- ✓ Cloud
  - ✓ Avec le service dédié Cloud Simulation Service fourni par BMT
  - ✓ Avec le service FloodCloud
  - ✓ Sur votre propre infrastructure Cloud sous réserve de disposer d'une licence réseau



# TUFLOW FV

## Modèle de maillage flexible / boîte à outils environnementale

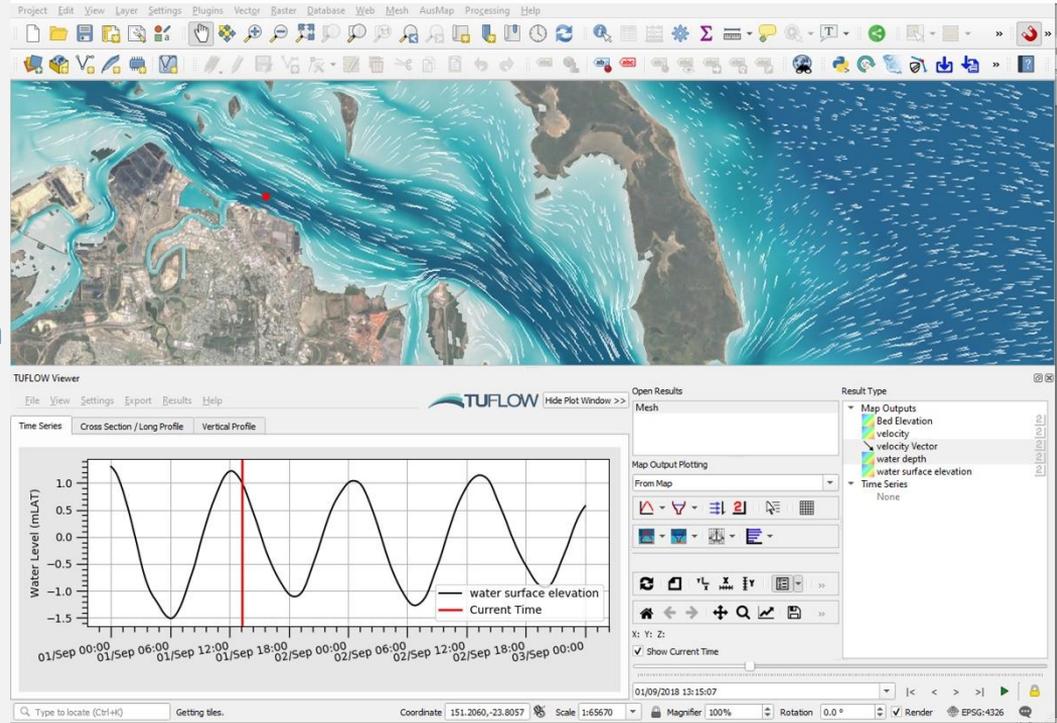
- Modèle hydrodynamique 1D, 2D 3D (avec GPU)
- Advection-Dispersion/Diffusion
- Echanges de chaleur avec l'atmosphère
- Transport sédimentaire
- Qualité de l'eau
- Suivi de particules
- Couplage avec modèle de vagues
- Nombreux utilitaires: bibliothèques Python/MATLAB
- Outils : QGIS, SMS, GIS Mesher, SWAN GIS Tools



# TUFLOW FV

## Modèle de maillage flexible / boîte à outils environnementale

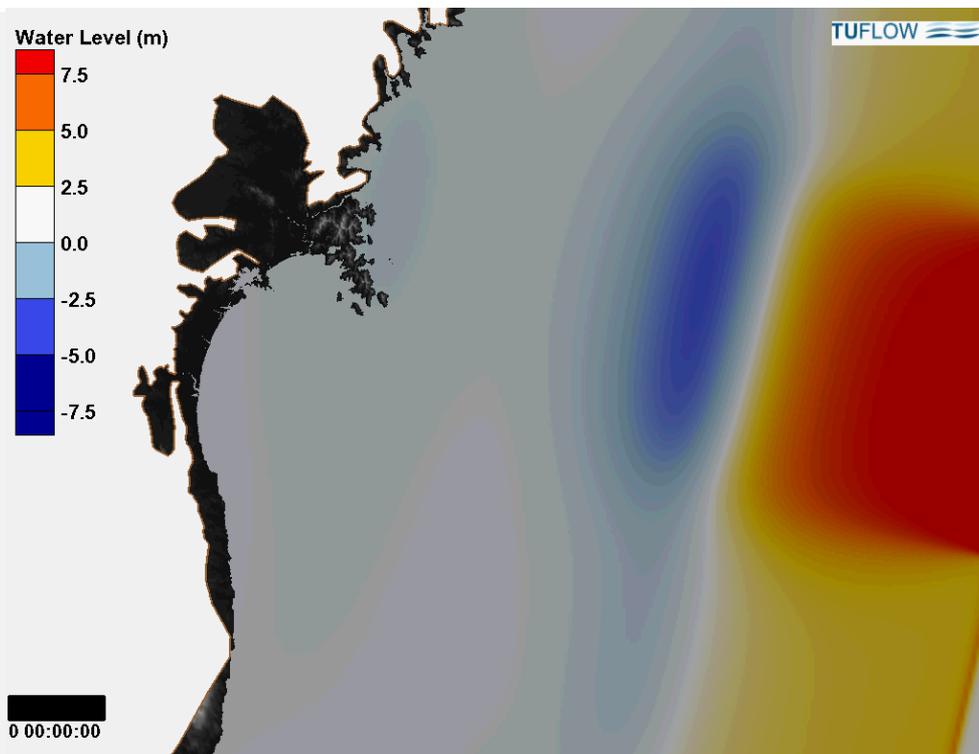
- Courants et marées côtiers
- Ports et design des infrastructures
- Hydrodynamique des rivières
- Transport des sédiments
- Tracking des particules
- Raz de marée, tsunami, couplage Metocean
- Qualité des eaux vives (lacs, rivières)
- Qualité des eaux d'estuaires
- Qualité des eaux côtières et d'embouchures



# TUFLOW FV

## Un outil hydrodynamique 2D et 3D puissant

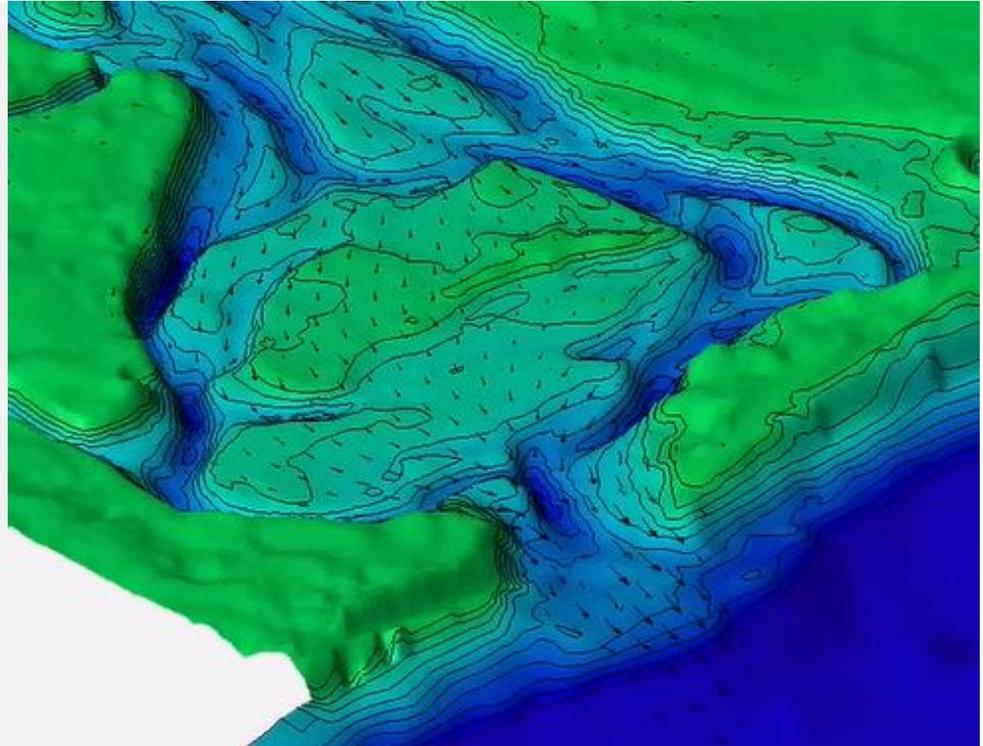
- Solution à faible diffusion numérique, excellente reproduction de la stratification, des chocs, et des flux transitoires
- Prise en compte des phénomènes de mise en eau/assèchement des mailles de calcul
- Options avancées de conditions limites et de prise en compte d'ouvrages régulés
- Solveurs parallélisés CPU ou GPU
- Supporté sur Linux et Windows
- Compatibilité Cloud
- Couplage 1D



# TUFLOW FV

## Transport de sédiments & ajustement de la morphologie

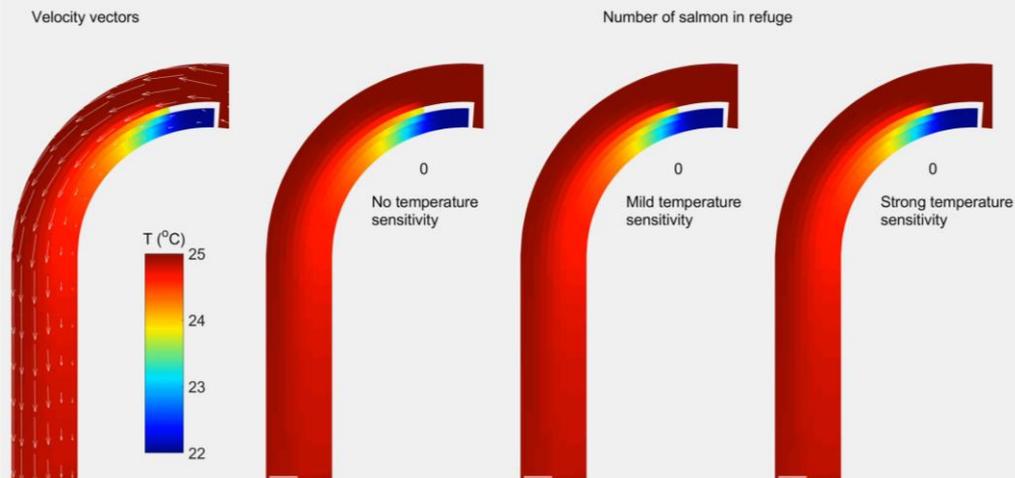
- Multiples fractions sédimentaires
- Stratification du lit (bed layering)
- Matériaux cohésifs / non cohésifs
- Base complète de modèles et d'équations associés aux phénomènes de transport sédimentaire
- Couplage morphologique (mise à jour de la topographie) optionnel
- Prise en compte de l'effet des vagues et des courants



# TUFLOW FV

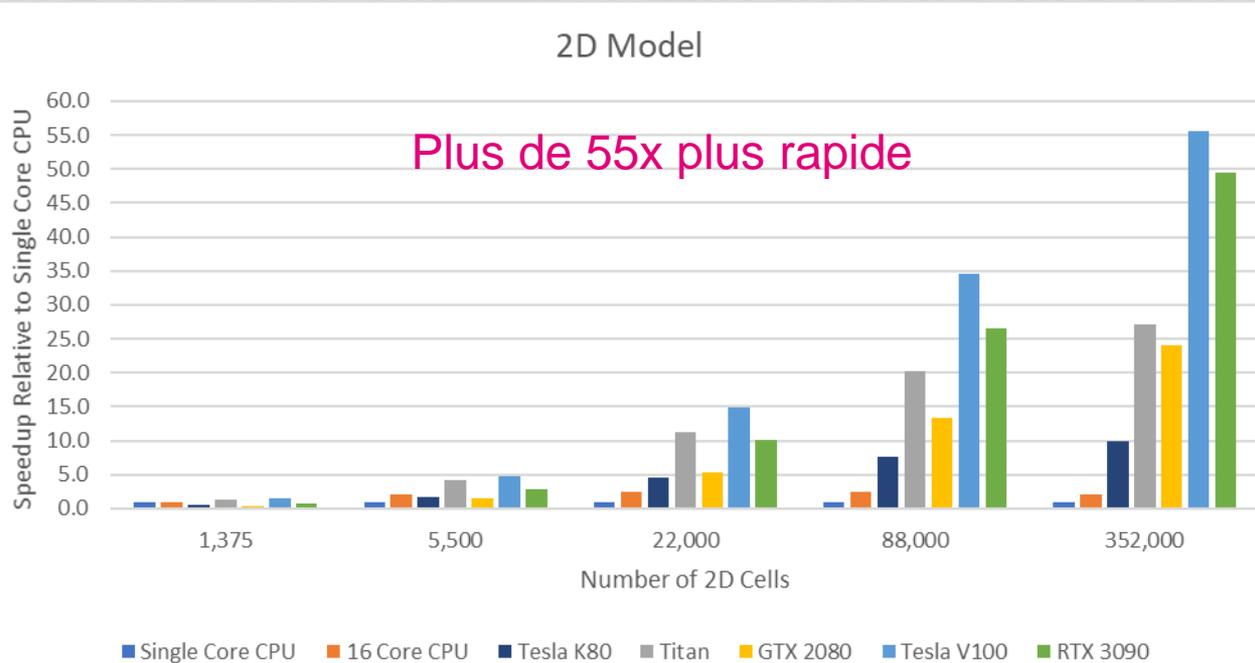
## Tracking de particules et de la qualité de l'eau

- Algorithmes de qualité de l'eau
- Couplage Tracking particules – Qualité de l'eau
- Mobilité des particules
- Interaction avec le fond, la derive liée au vent, aux vagues ou aux courants
- Modélisation physico chimique
- Oxygène dissous, nutriments, matières organiques, plancton, pathogènes, polluants et géochimie.
- Aquaculture, Plastiques, Migration, analyse des courants, etc...



# TUFLOW FV

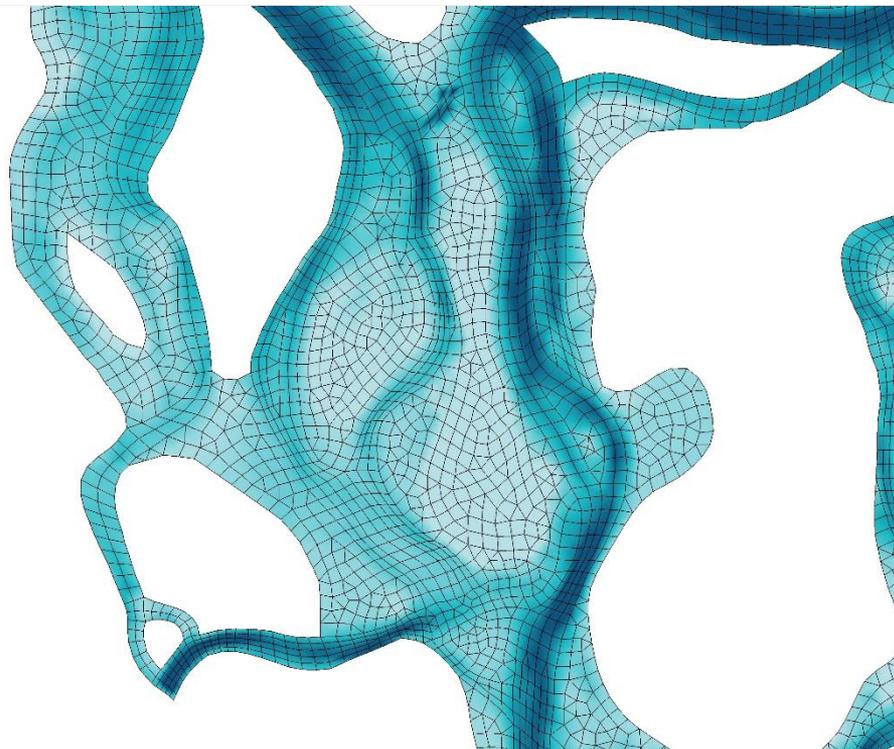
## GPU – 2D



# TUFLOW FV

## Developments à venir

- Améliorations du cloud computing
- GPU multiple et amélioration sur le CPU
- Meilleure intégration dans les outils SIG et développement d'outils spécifiques 3D
- Outils SWAN GIS
- Expansion de la R&D sur la qualité de l'eau et le tracking de particules
- Augmentation des partenariats de R&D avec des universités



# TUFLOW à l'heure actuelle

## TUFLOW Classic/HPC

1D/2D Modèle maillage fixe / Quadtree

## TUFLOW FV

1D/2D/3D Modèle maillage flexible



### Catchments

Fast and accurate computing via GPU hardware for fine-scale distributed hydrologic applications and basin scale modelling.

Sophisticated options for landuse representation and a range of soil infiltration methods.



### Urban drainage and stormwater

Superior 1D solver for simulating pipes, manholes, pits and lined channels. 1D links and operatable structures provide the solution for complex urban drainage, pipe networks and river systems.



### Floodplains and rivers

TUFLOW's heritage, providing the benchmark modelling tool for floodplain management.

New alternatives and options with logic controls and advanced gate operations leading to flood warning and emergency response.

Flexible mesh and fast computing options.



### Estuaries and river entrances

Where rivers and the sea meet; a complex interaction of tides, inflows and ocean currents combined with sediments and environmental issues.



### Coastal and nearshore

Winds and waves, hurricanes, wave setup and current generation.

Longshore transport of sediments and morphological change.

Tsunami propagation and inundation.



### Offshore and metocean

Providing a link between oceanography and coastal engineering with high resolution nesting and advanced 3D boundary transfers.

Supporting the oil and gas industry; oil spill response and drill mud dispersion.

# Le future de TUFLOW Catchment to Ocean

## TUFLOW Modelling

combinaison de réseau 1D, Quadtree 2D, maillage flexible 2D/3D en un modèle



### Catchments

Fast and accurate computing via GPU hardware for fine-scale distributed hydrologic applications and basin scale modelling.

Sophisticated options for landuse representation and a range of soil infiltration methods.



### Urban drainage and stormwater

Superior 1D solver for simulating pipes, manholes, pits and lined channels. 1D links and operatable structures provide the solution for complex urban drainage, pipe networks and river systems.



### Floodplains and rivers

TUFLOW's heritage, providing the benchmark modelling tool for floodplain management.

New alternatives and options with logic controls and advanced gate operations leading to flood warning and emergency response.

Flexible mesh and fast computing options.



### Estuaries and river entrances

Where rivers and the sea meet; a complex interaction of tides, inflows and ocean currents combined with sediments and environmental issues.



### Coastal and nearshore

Winds and waves, hurricanes, wave setup and current generation.

Longshore transport of sediments and morphological change.

Tsunami propagation and inundation.



### Offshore and metocean

Providing a link between oceanography and coastal engineering with high resolution nesting and advanced 3D boundary transfers.

Supporting the oil and gas industry; oil spill response and drill mud dispersion.

# TUFLOW Classic/HPC

## des options de licences flexibles

### ✓ **Format :**

- ✓ Acquisition
- ✓ Location annuelle
- ✓ Location mensuelle

### ✓ **Support :**

- ✓ Clef physique
- ✓ Clef logicielle (dédiée à une machine)
- ✓ Licence reseau

✓ **Pas de limitation de taille de modèle** (autre que les capacités de votre infrastructure)

✓ **Une licence nécessaire seulement pour le moteur de calcul pendant les simulations :**

- ✓ Pas de frais associés à la construction des modèles
- ✓ Les resultats peuvent être librement consultés, via notamment le plugin QGIS, sans licence

✓ **Des options souples pour n'utiliser que ce qui est nécessaire**, par exemple :

- ✓ Licence de base +
  - ✓ Option **GPU** pour du calcul 2D performant
  - ✓ Option **Quadtree** pour optimiser les maillages

# TUFLOW Classic/HPC Formation / montée en compétence

- ✓ Des Tutoriels gratuits accessibles [ici](#)
- ✓ Une plateforme e-learning, avec un partie gratuite et certains modules payants (tarifs : nous consulter)
- ✓ Des sessions de formation online organisées par l'éditeur BMT (tarifs : nous consulter)
- ✓ Des sessions personnalisées, organisées soit avec l'éditeur BMT soit avec Surface Libre, qui est organisme de formation\*, soit une combinaison des deux.

+ une base documentaire très fournie : manuels, wiki, articles de blog et webinaires disponibles sur la chaine YouTube de TUFLOW et sur le site de l'Australian Water School.

\*SURFACE LIBRE est prestataire de formation enregistré sous le numéro 84691479469. (Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat).

This Wiki contains information relating to the flood and coastal simulation software TUFLOW Classic and TUFLOW HPC (Heavily Parallelised Compute). It is designed to be used in conjunction with the TUFLOW Manual and Website.

- TUFLOW Set-up and use**
  - TUFLOW
    - How to install TUFLOW
    - How to configure a licence
    - How to build a TUFLOW model (Suburbs)
    - How to run a TUFLOW model
    - Free pre/post-processing utilities
    - Result Viewing - TUFLOW Viewer
  - TUFLOW Benchmarks
    - TUFLOW Solution Accuracy Benchmarks
    - Computer Hardware Speed Benchmarks
  - Best Practice Guidance
    - Webinar Recordings
    - TUFLOW Modelling Guidance
- HPC Tutorial Models**
  - Tutorial Model Introduction
  - Module 1 - 3D Base Model
  - Module 2 - Topography Updates
  - Module 3 - 1D Ouvverts
  - Module 4 - 3D Bridges
  - Module 5 - Integrated Urban Drainage
  - Module 6 - Direct Rainfall
  - Module 7 - Quadtree
  - Module 8 - Scenario Management
  - Module 8 - Event Management
  - Module 10 - Dam Break
  - Module 11 - 1D Open Channel
  - Flood Modeller Introduction
  - FM Module 1 (Linking Flood Modeller to TUFLOW)
  - FM Module 2 (Linking Flood Modeller to ESTRY)
- TUFLOW Troubleshooting**
  - Error/Warning Message Database
    - About This Database
    - xxxx TUFLOW Messages
    - xxxx TUFLOW Messages
    - xxxx TUFLOW Messages
    - xxxx TUFLOW Messages
  - TUFLOW Check Files
    - support@tuflow.com.au

| Webinar Title  | Date             | Time   |
|--|------------------|--------|
| <a href="#">Urban Pipe Network modelling</a>                                 | Wednesday 16 Feb | 1:00pm |
| <a href="#">3D Coastal Modelling 101</a>                                     | Wednesday 16 Mar | 1:00pm |
| <a href="#">Operational Structure Modelling using TUFLOW</a>                 | Wednesday 13 Apr | 1:00pm |
| <a href="#">Coastal Water Quality Modelling 101</a>                          | Wednesday 18 May | 1:00pm |
| <a href="#">Theory vs practice – the challenges of flood risk management</a> | Wednesday 15 Jun | 1:00pm |
| <a href="#">Applied Hydrodynamic Modelling – Part 1</a>                      | Wednesday 20 Jul | 1:00pm |
| <a href="#">Applied Hydrodynamic Modelling – Part 2</a>                      | Wednesday 21 Sep | 1:00pm |
| <a href="#">Flood Modelling Quality Control</a>                              | Wednesday 19 Oct | 1:00pm |
| <a href="#">1D, 2D and 3D Hydraulic Modelling of Bridges</a>                 | Wednesday 16 Nov | 1:00pm |



<https://awschool.com.au/tufLOW-sponsored-webinars-2022/>

# TUFLOW

Arnaud Koch

TUFLOW - distributeur francophone

[Arnaud.Koch@surfacelibre.fr](mailto:Arnaud.Koch@surfacelibre.fr)

+336 63 00 94 98

[www.surfacelibre.fr](http://www.surfacelibre.fr)

N'hésitez pas à nous contacter pour  
une démonstration



SURFACE LIBRE

