Colloque TSMR – CFBR
Transport sédimentaire : rivières et barrages réservoirs
15 au 17 mars 2022 – Saclay

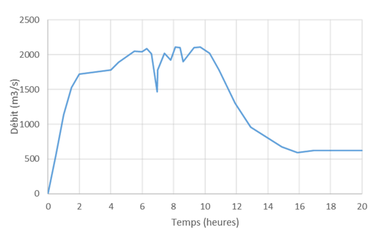
Modèle hydrosédimentaire 1D/2D et morphologie fluviale

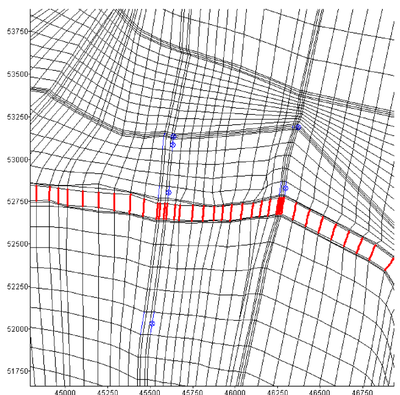
André PAQUIER, Salheddine MEZBACHE, Mahmoud HASBAIA
INRAE, U.R. RiverLy, Villeurbanne, France
Université de M'sila, Laboratoire VESDD, M'sila, Algérie

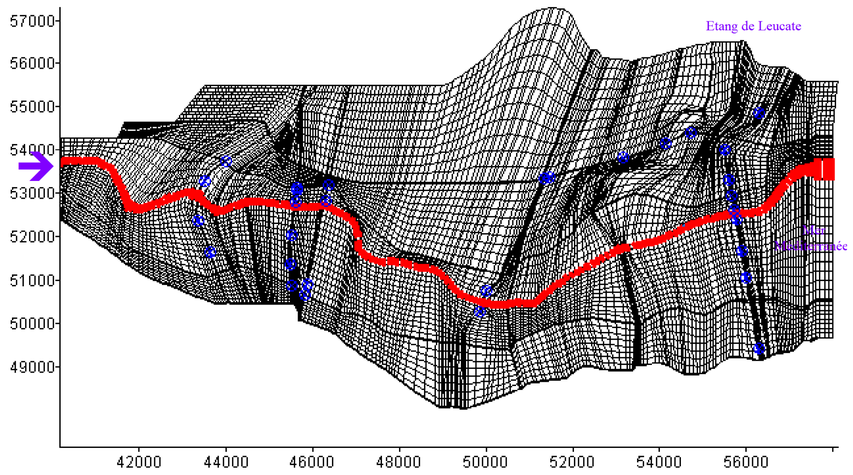
Les résultats présentés sont issus d'un modèle couplant un modèle hydrosédimentaire 1D (RubarBE) et un modèle hydrosédimentaire 2D (Rubar 20 TS)
RubarBE et Rubar 20 TS résolvent un système (équations de Saint Venant + équation de transport) par un schéma explicite en volumes finis
Le couplage peut être amont/aval, latéral ou dessus/dessous et le débit d'échange calculé par les équations de Saint Venant ou par une loi d'ouvrage hydraulique
Mezbache S., Paquier A., Hasbaia M. , 2020. A coupled 1D/2D model for simulating river sediment transport and bed evolution. Journal of Hydroinformatics. doi.org/10.2166/hydro.2020.020

Le cas d'étude choisi est la crue de 1999 (période de retour de l'ordre de 100 ans) dans la basse plaine de l'Agly au Sud de la France.
La capacité du lit endigué (de l'ordre de 1200 m3/s) était insuffisante; la crue s'est étendue dans la basse plaine en déversant sur les digues et une brèche s'est ouverte.
Le modèle 1D représente le lit mineur endigué et le modèle 2D le lit majeur; le couplage (latéral) a lieu au droit des digues.
Le pas d'espace maximal est de l'ordre de 200 m (16500 mailles en 2D et 280 sections en 1D).
Pour simplifier, le diamètre médian initial est de de 2 mm en lit mineur et de 0,2 mm en lit majeur.
L'apport en eau et en sédiments (diamètre médian de 2 mm en concentration égale à la capacité de transport) s'effectue uniquement par l'amont du lit endigué à l'Ouest.
Les modèles de transport en 1D et 2D et le couplage tiennent compte du tri granulométrique, ce qui limite la taille des sédiments déversés du lit mineur vers le lit majeur.
Les équations de transport choisies en 1D (Meyer-Peter et Müller, 1948) et en 2D (Krone, 1999) sont adaptées aux processus prépondérants différents en lit mineur et en lit majeur.

Hydrogramme de la crue de 1999

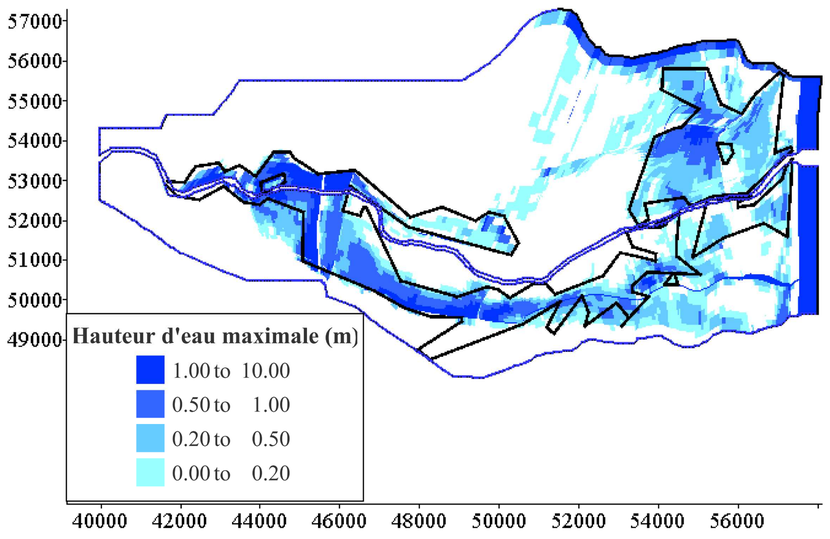


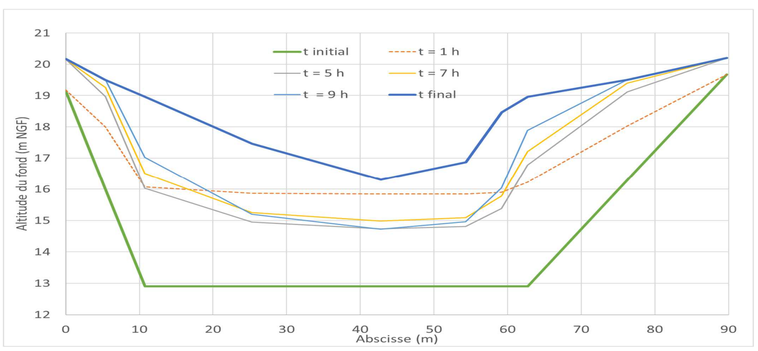


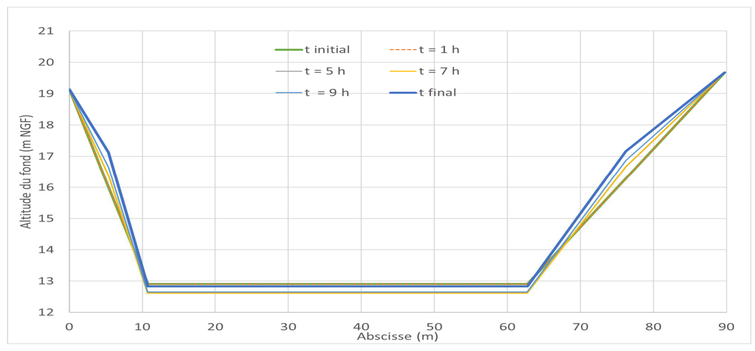


Maillage 2D et emplacement des sections en travers (en rouge) avec localisation des ouvrages de franchissement des remblais en bleu : vue générale (au dessus) et zoom (à gauche)
On remarque que le pas d'espace est réduit au droit des remblais et des chenaux d'écoulement et que les maillages 1D et 2D coïncident sur les limites entre modèles

Zones inondées calculées (en bleu) et limites des zones inondées observées (en noir)
Le débordement principal est amont en rive droite et s'écoule en parallèle au lit mineur endigué vers la mer Méditerranée à l'ouest.
La brèche en aval en rive gauche crée un écoulement vers l'étang au Nord.

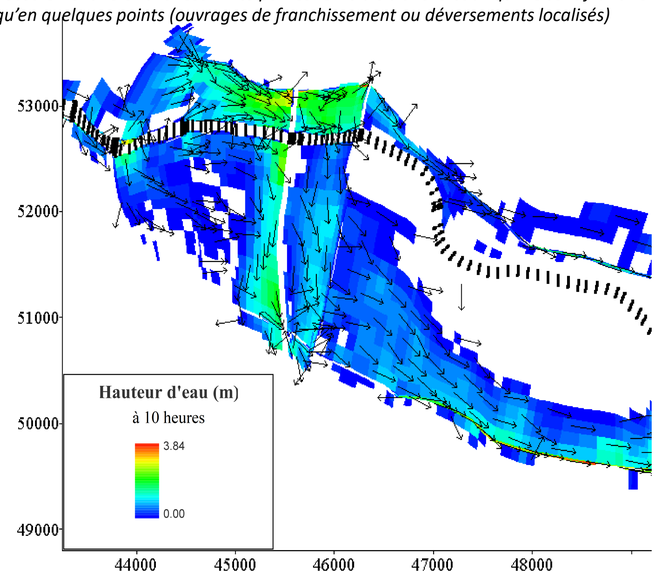


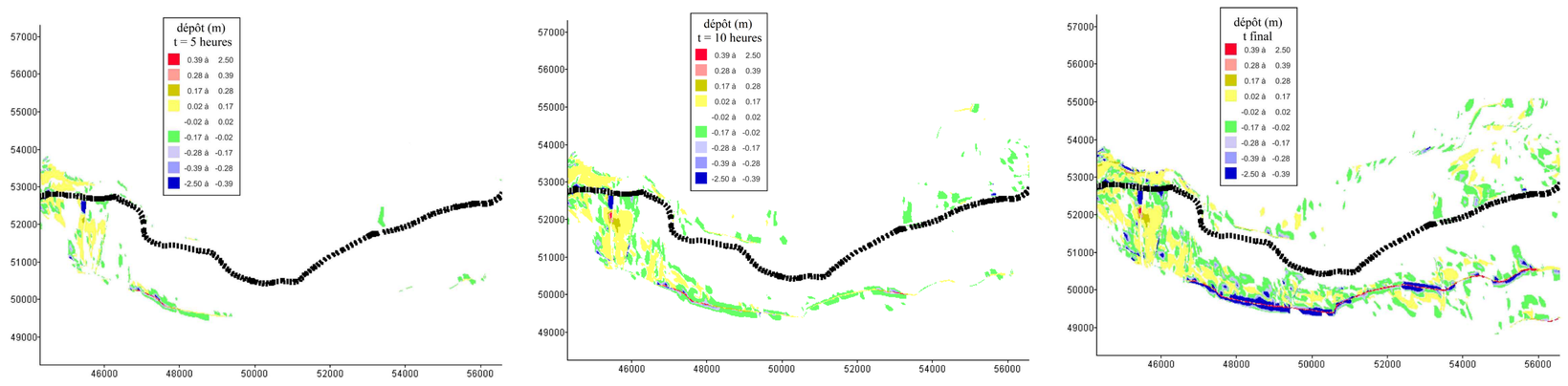




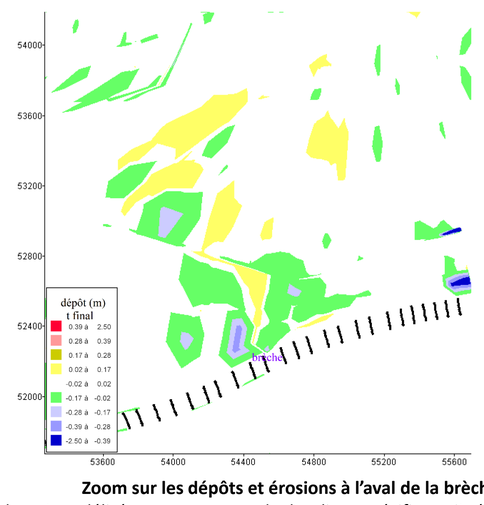
Evolution du profil en travers du lit endigué au PK 31572 (à l'aval immédiat du déversement amont principal)
Cette évolution dépend des apports amont (concentration amont constante ou limitée à la capacité de transport) et des paramètres d'évolution des sections (options du modèle RubarBE)
A gauche où les apports sédimentaires n'ont pas été modulés, on remarque la phase de dépôt en début de crue puis le creusement au centre du lit au pic de crue, creusement qui tend à se combler pendant la décrue.
A droite, la tendance est similaire mais nettement moins marquée.

Zoom sur les débordements amont au pic de crue
L'écoulement vers l'aval est limité par les remblais transversaux qui ne sont franchis qu'en quelques points (ouvrages de franchissement ou déversements localisés)

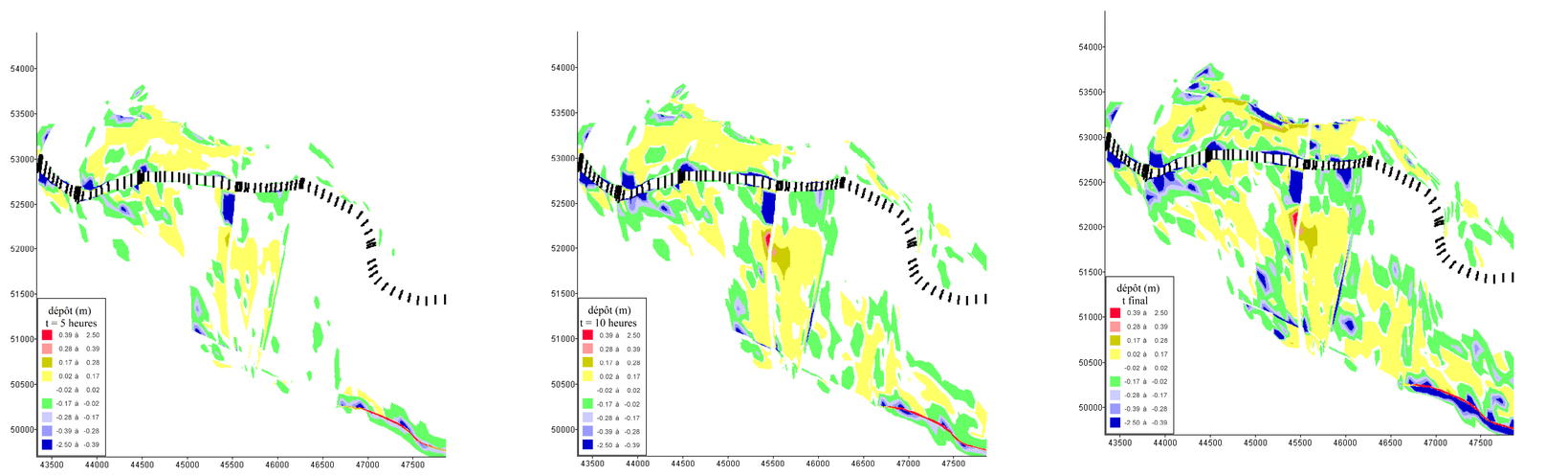
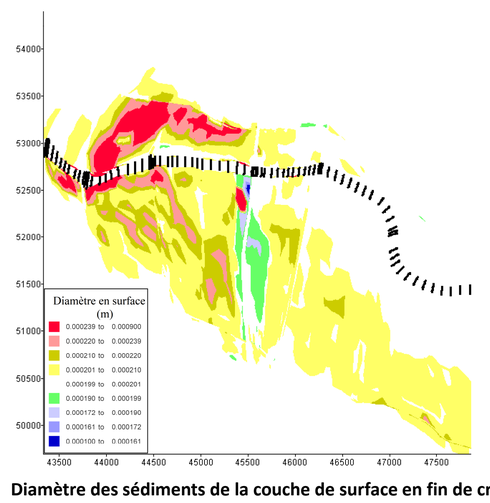




Dépôts et érosions calculés en début, pic et fin de crue
Vue générale (au-dessus) et zoom sur les zones de débordement amont (au-dessous)
Les érosions (valeurs négatives) sont localisées au droit des déversements et des franchissements des remblais ainsi qu'au centre des chenaux d'écoulement
Les dépôts sont limités aux zones inondées plus calmes et peuvent être repris à la décrue



Zoom sur les dépôts et érosions à l'aval de la brèche
La brèche est modélisée par un ouvrage hydraulique spécifique situé à l'interface entre le modèle 1D et le modèle 2D, ouvrage modélisant l'érosion progressive de la digue.
Les érosions sont concentrées dans 2 chenaux de part et d'autre d'une zone de dépôt créée par la difficulté de franchir le remblai située 500 m à l'aval de la brèche.



Diamètre des sédiments de la couche de surface en fin de crue
Les sédiments plus grossiers en provenance du lit mineur sont présents partout sauf en quelques zones où les sédiments érodés du sol du lit majeur se sont redéposés en fin de crue