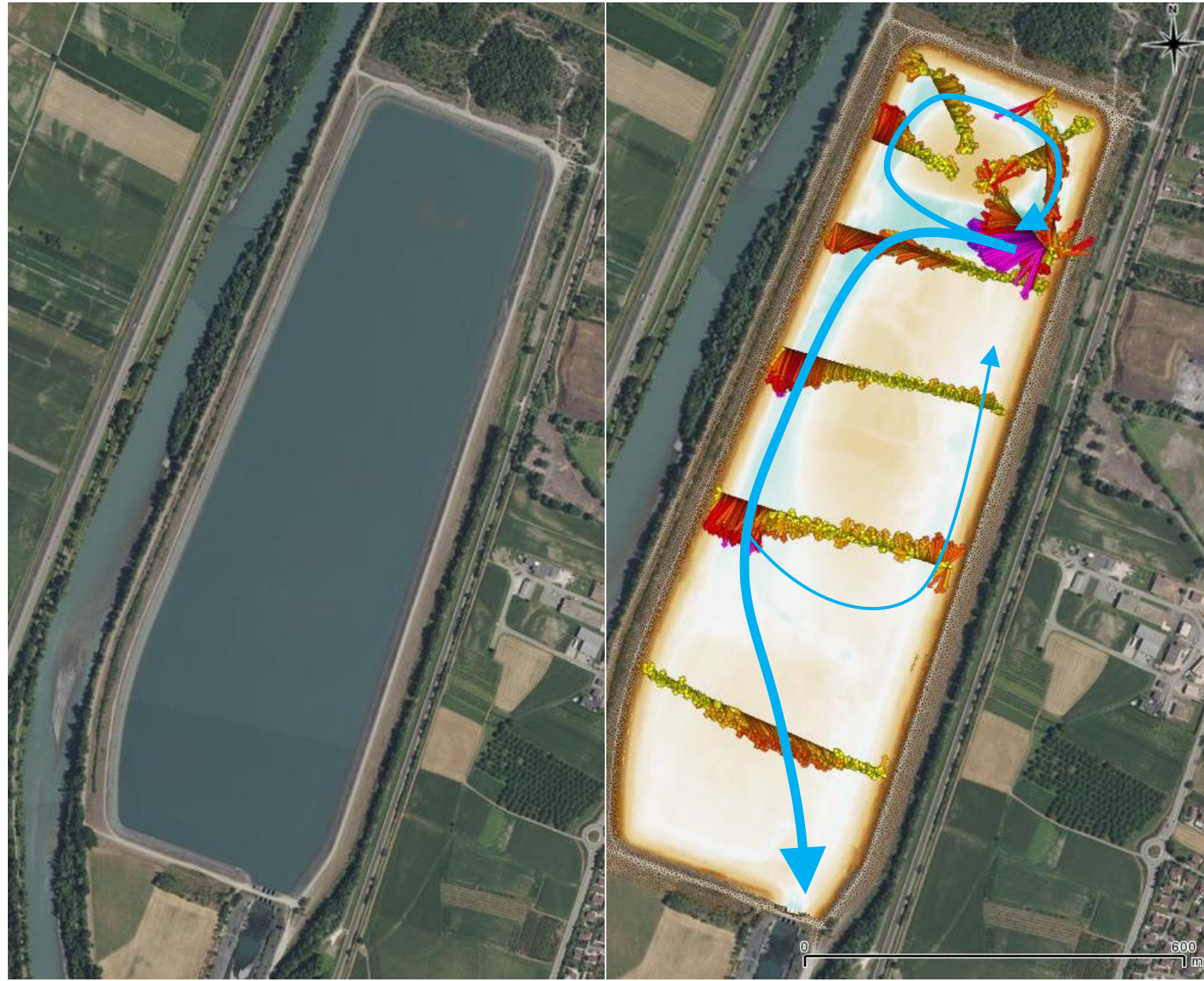


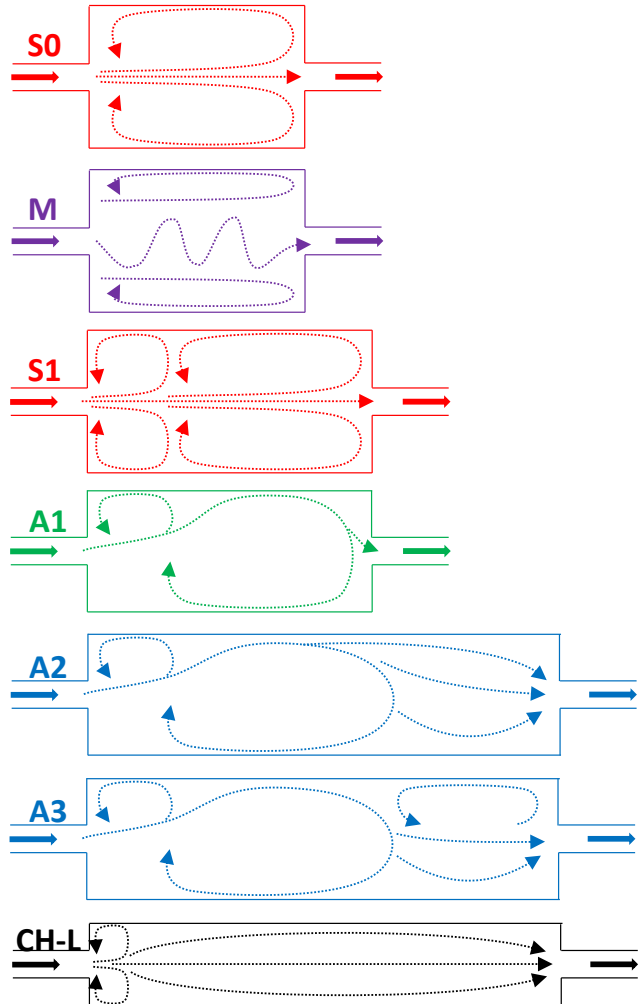
Modélisation numérique de la courantologie et du transport sédimentaire dans un bassin peu profond réel : comparaison entre des simulations 2D et 3D

Nicolas CLAUDE (EDF HYDRO CIH)

Matthieu SECHER (EDF HYDRO CIH)



1. Caractéristiques des écoulements et du transport sédimentaire dans les réservoirs peu profonds



- Présence d'écoulements complexes associés à de grandes structures horizontales dans les réservoirs peu profonds et difficiles à prédire
- Les écoulements influencent fortement le transport, le dépôt et l'érosion des sédiments à travers des processus complexes
- La modélisation des écoulements et du transport solide constitue toujours un challenge et reste à améliorer/éprouver pour optimiser le design et la gestion des réservoirs peu profonds
- Besoin de tester les codes du système TELEMAC-MASCARET sur des cas réels

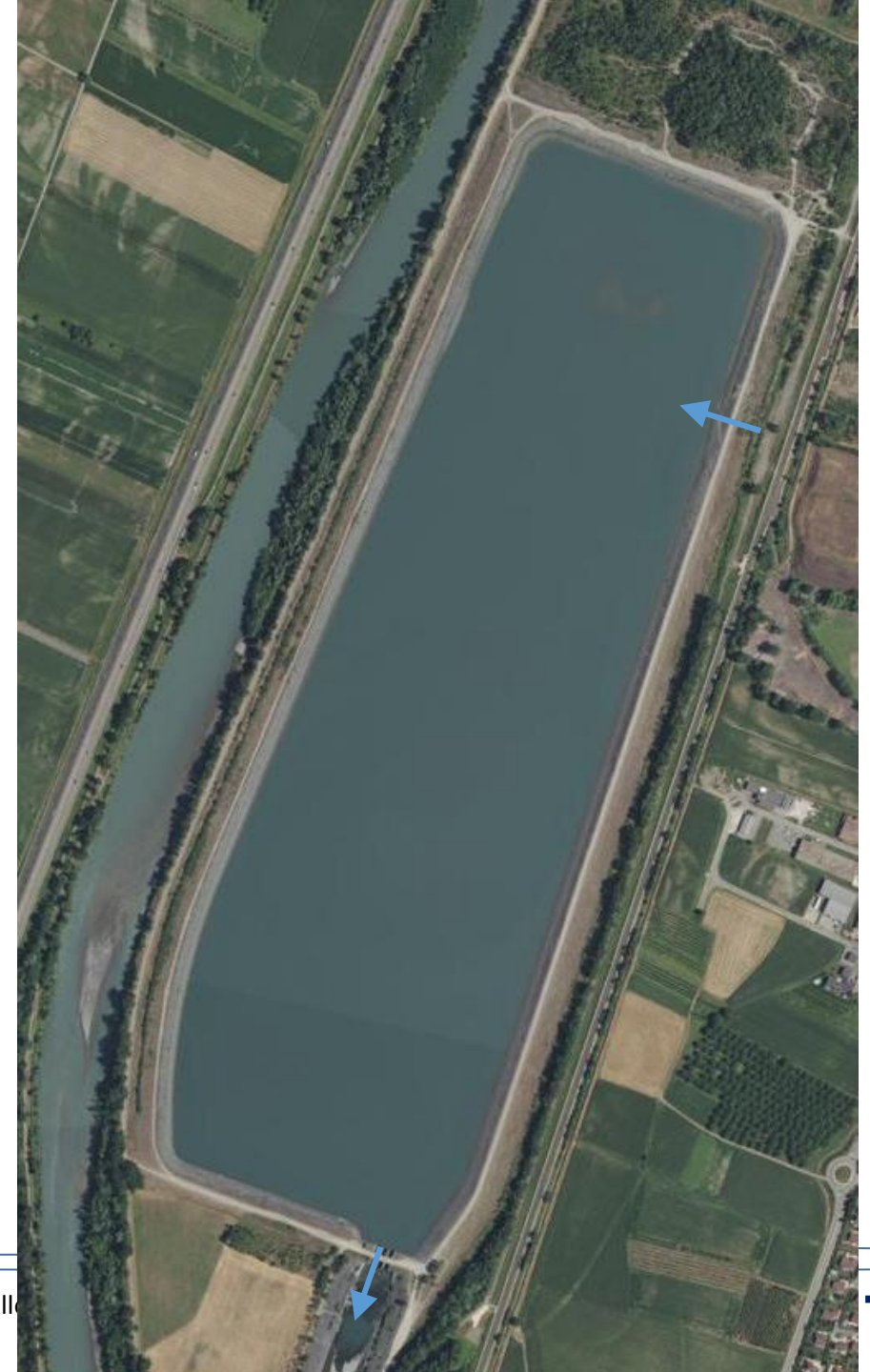
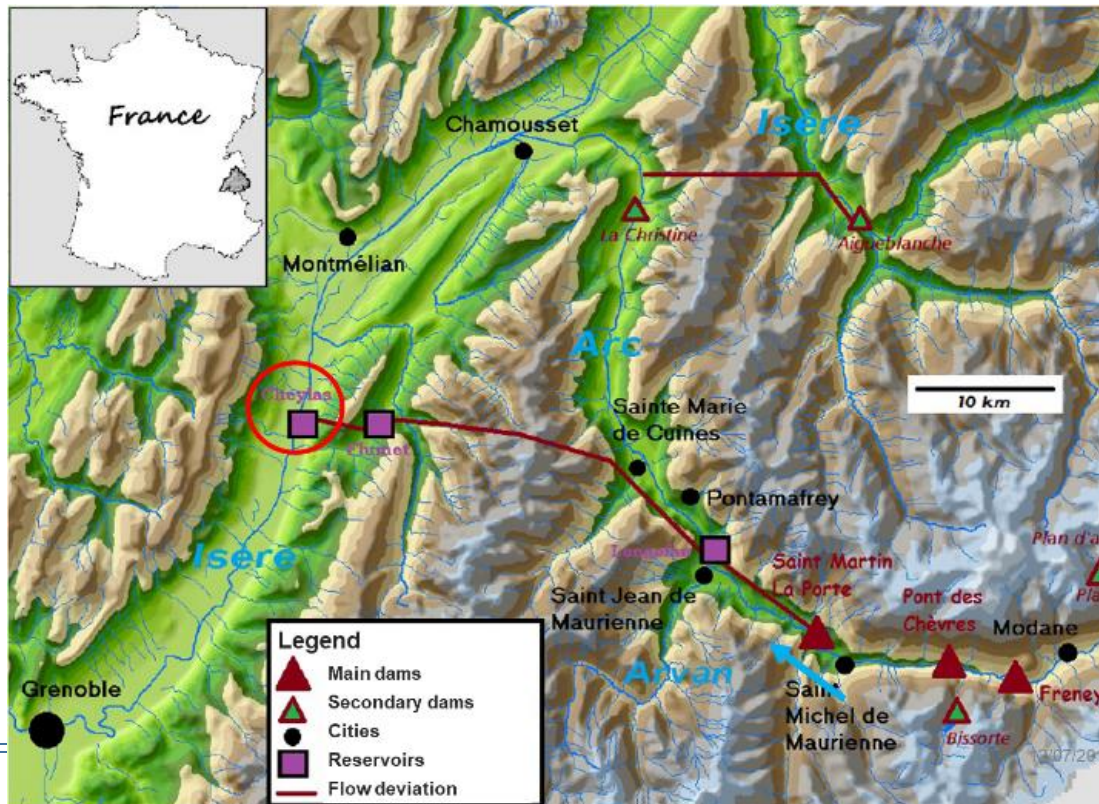
1. Objectifs

- Construction et calibration de 2 modèles numériques hydro-sédimentaires
 - 2D : TELEMAC-2D/SISYPHE
 - 3D : TELEMAC-3D/SEDI3D
- Evaluation de la capacité des 2 modèles à reproduire les écoulements et le transport sédimentaire dans des réservoirs peu profonds (intérêt du 3D ?)



2. Site d'étude

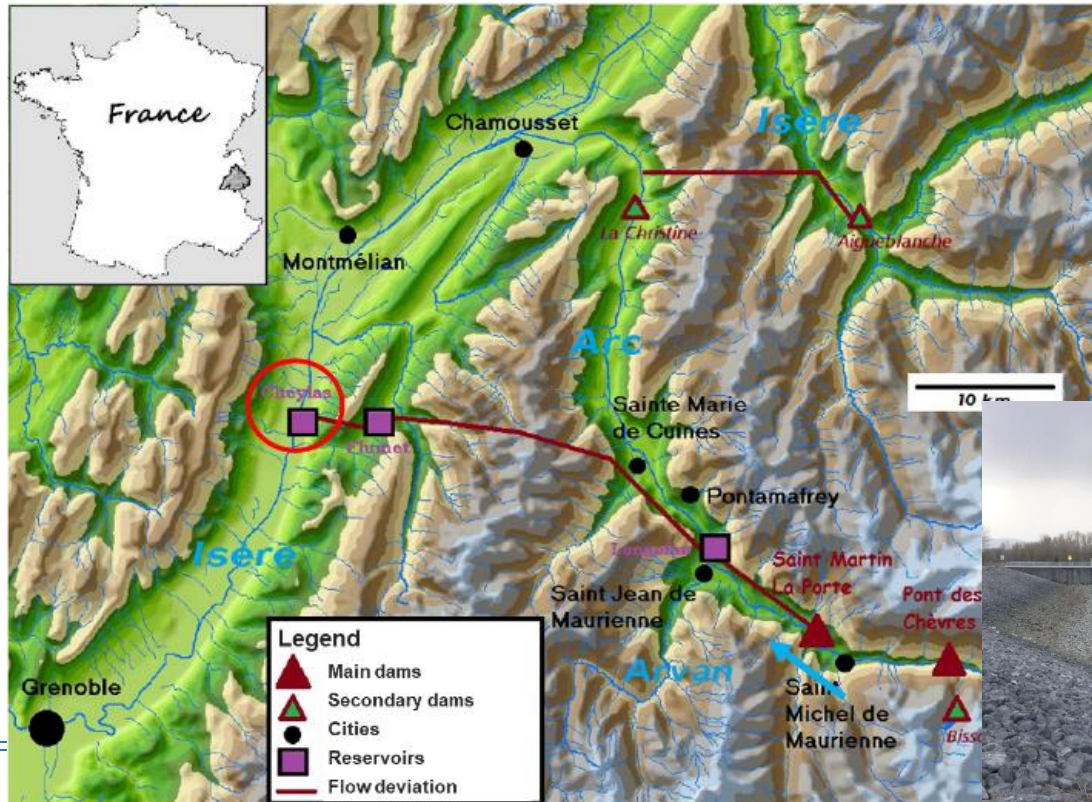
- Le réservoir peu profond étudié est localisé à l'aval de l'aménagement hydroélectrique Arc-Isère
- Expérimentation avec injections artificielles de sédiments pendant 2 semaines
- Campagnes de mesures durant ces tests



Coll

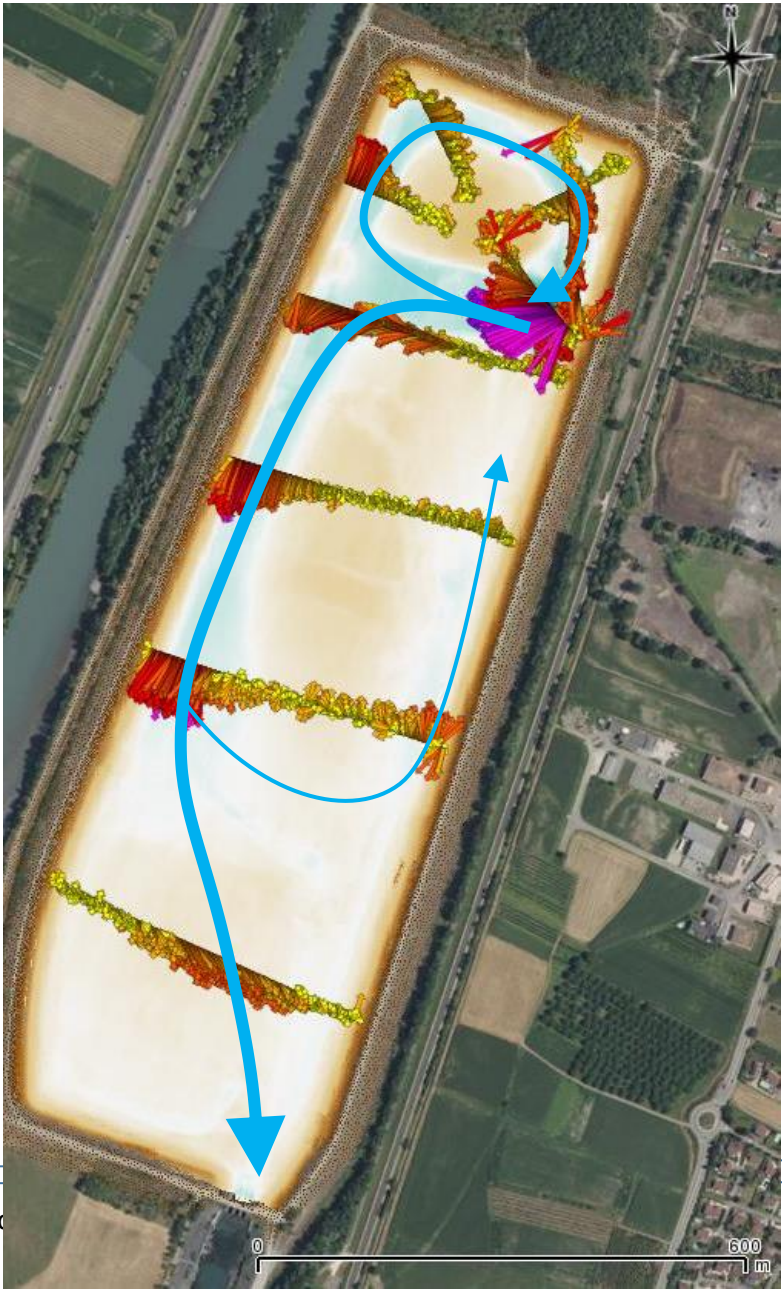
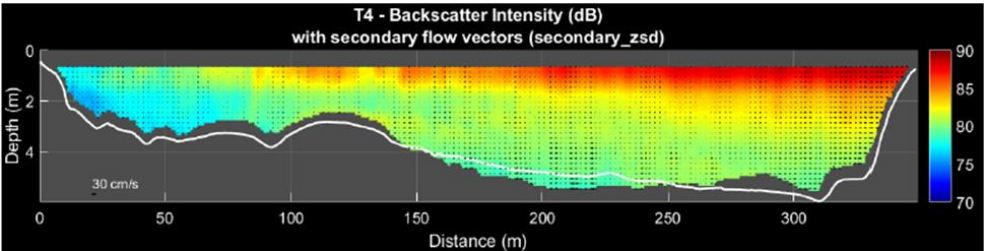
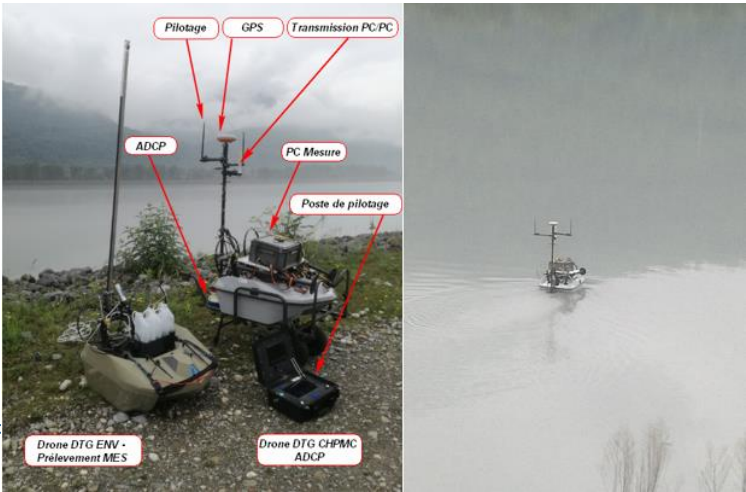
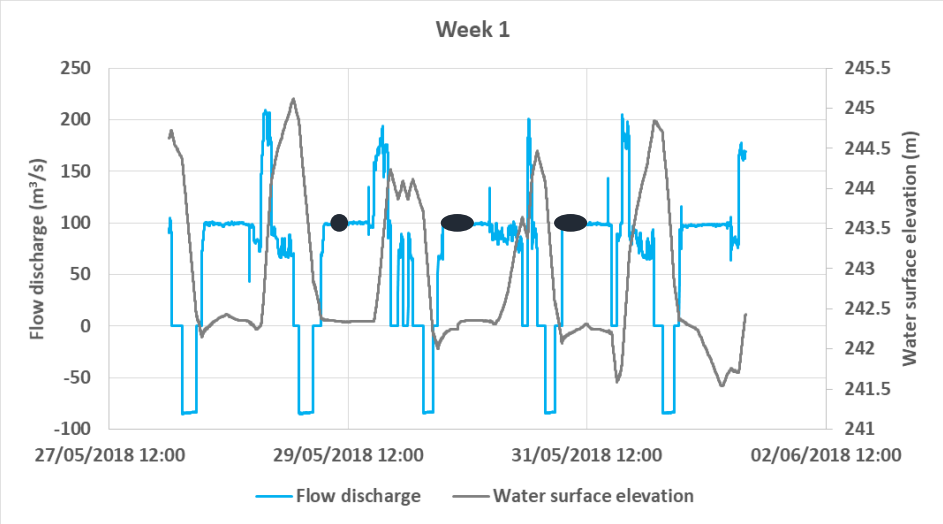
2. Site d'étude

- Réservoir peu profond étudié est localisé à l'aval d'un aménagement hydroélectrique Arc-Isère
- Expérimentation avec injections de sédiments artificielles
- Campagnes de mesures durant ces tests



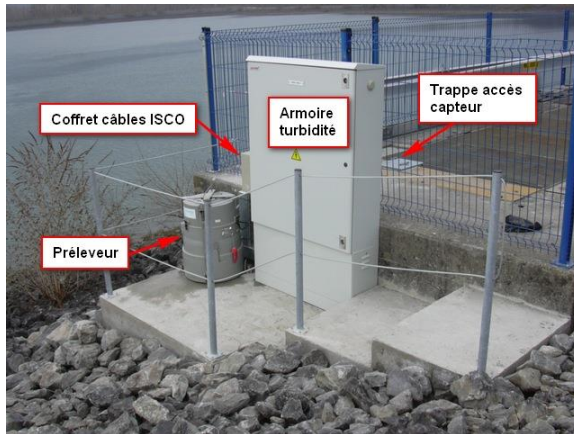
2. Campagnes de mesures

- 9 profils ADCP pour décrire la structure des écoulements (1^{ère} semaine)

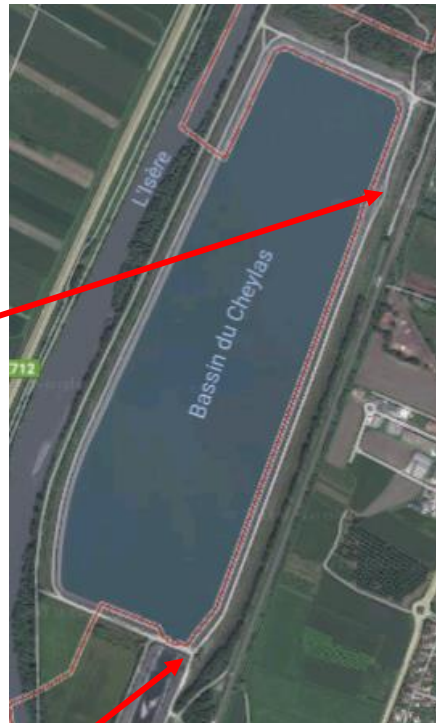


2. Campagnes de mesures

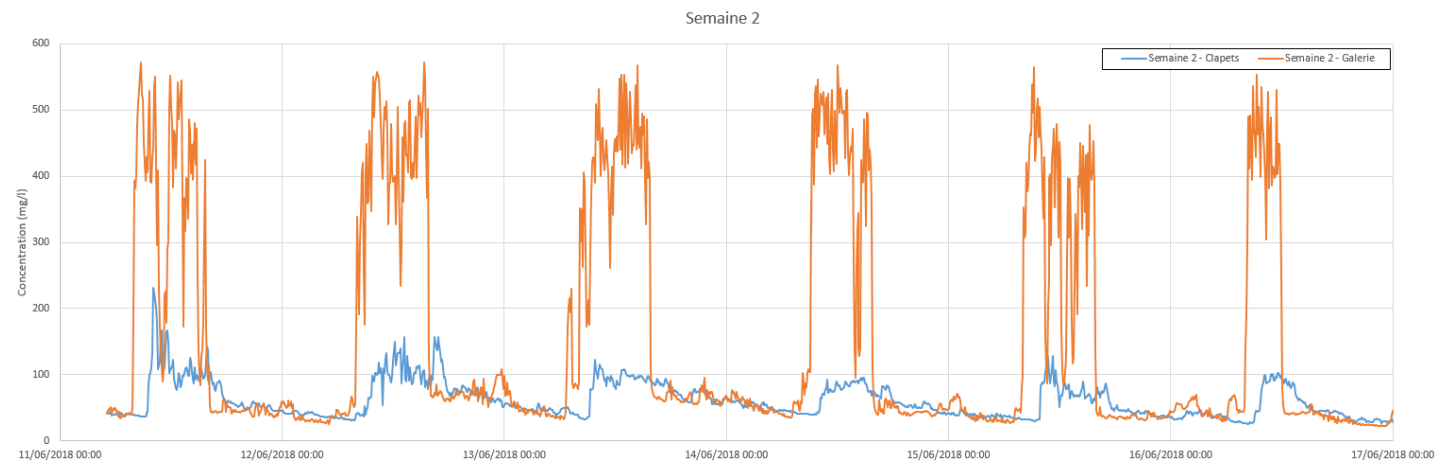
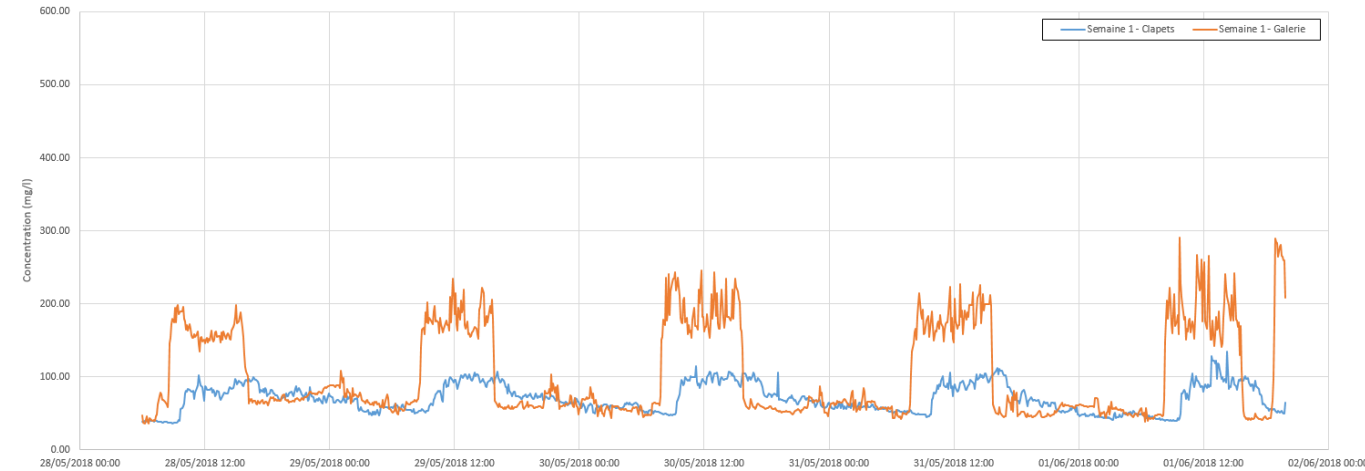
- Débit et concentration en sédiments à l'entrée et à la sortie du réservoir (1^{ère} et 2^{ème} semaines)



Entrée

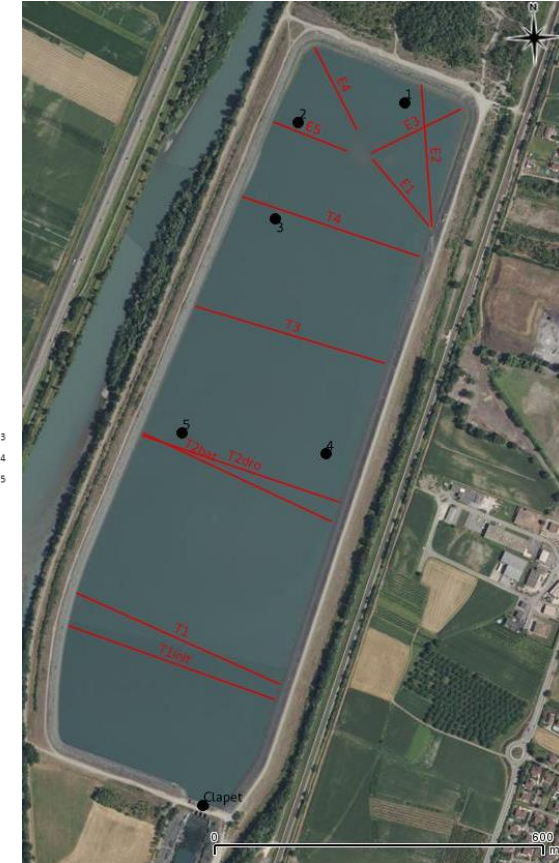
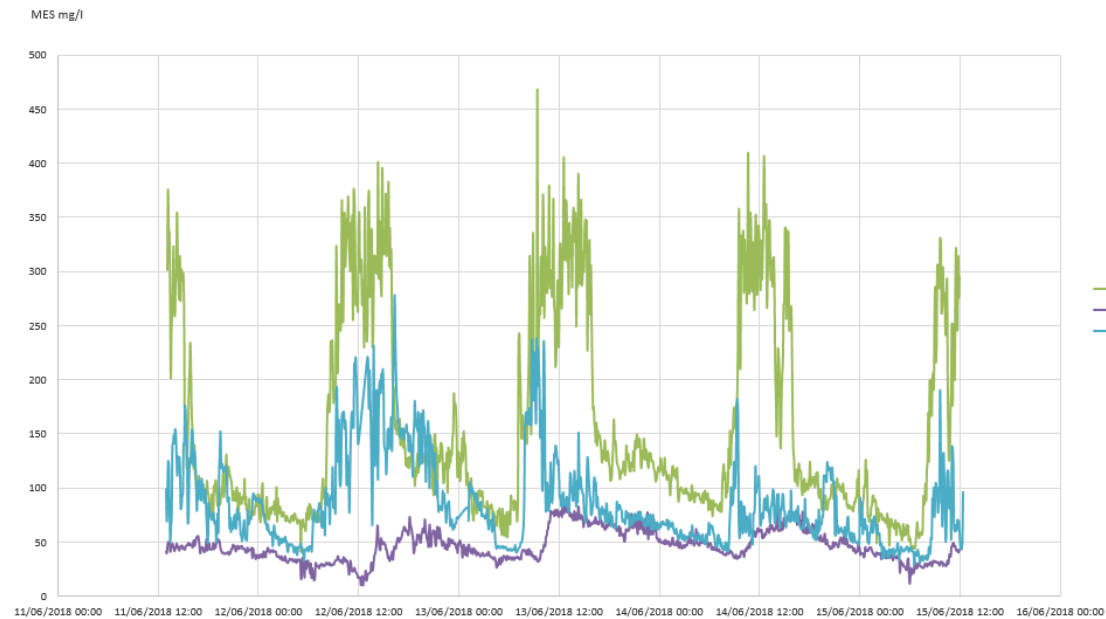
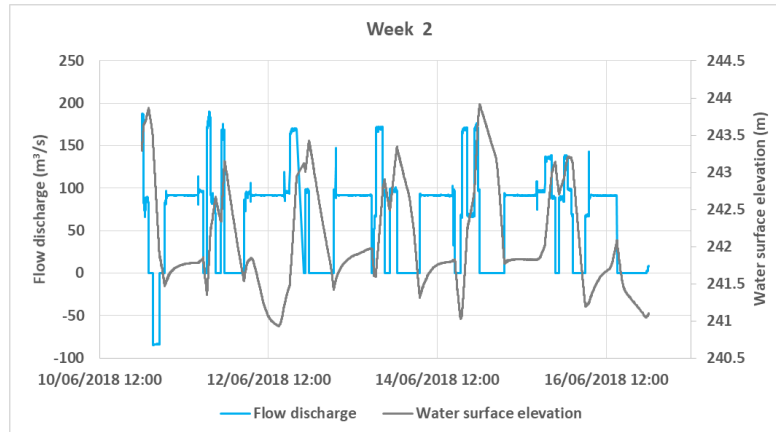


Sortie



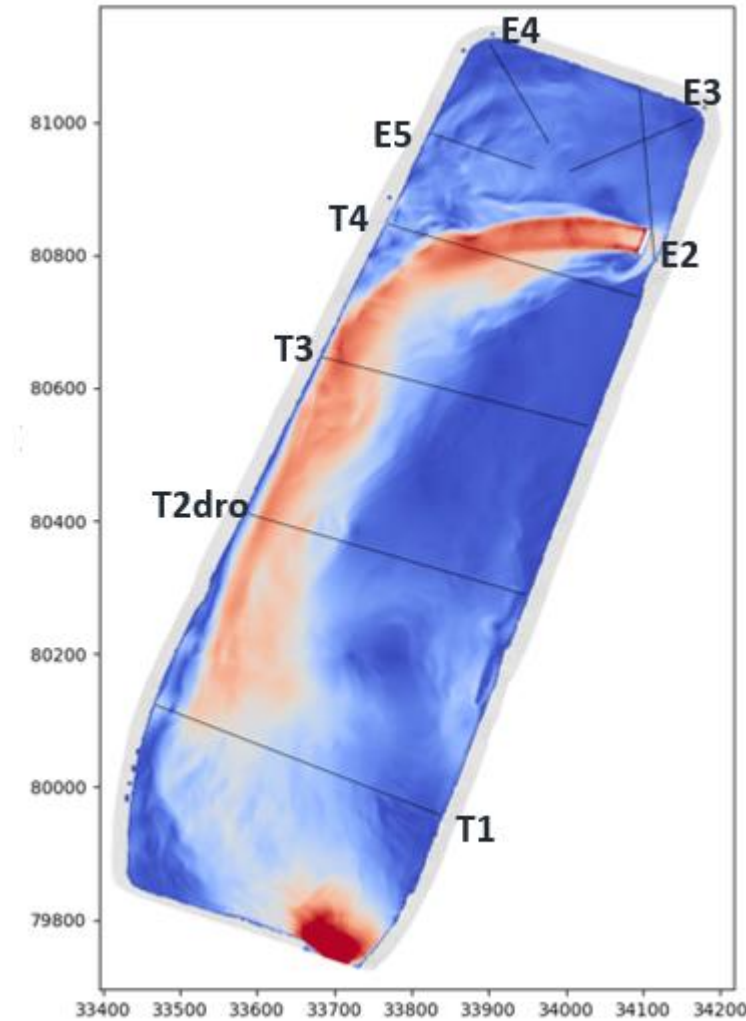
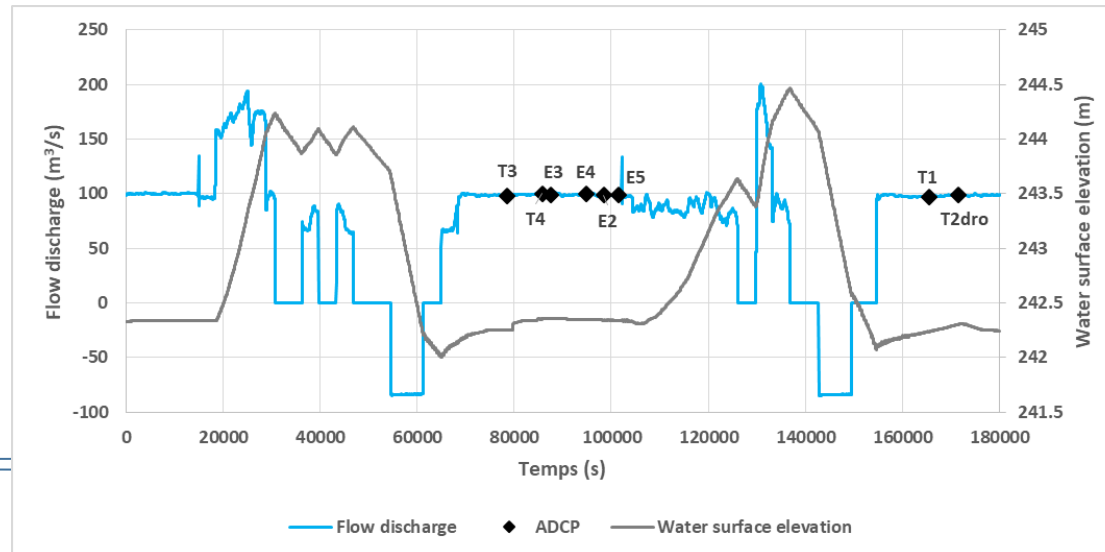
2. Campagnes de mesures

- Concentration en sédiments sur 5 bouées dans le bassin (2^{ème} semaine)



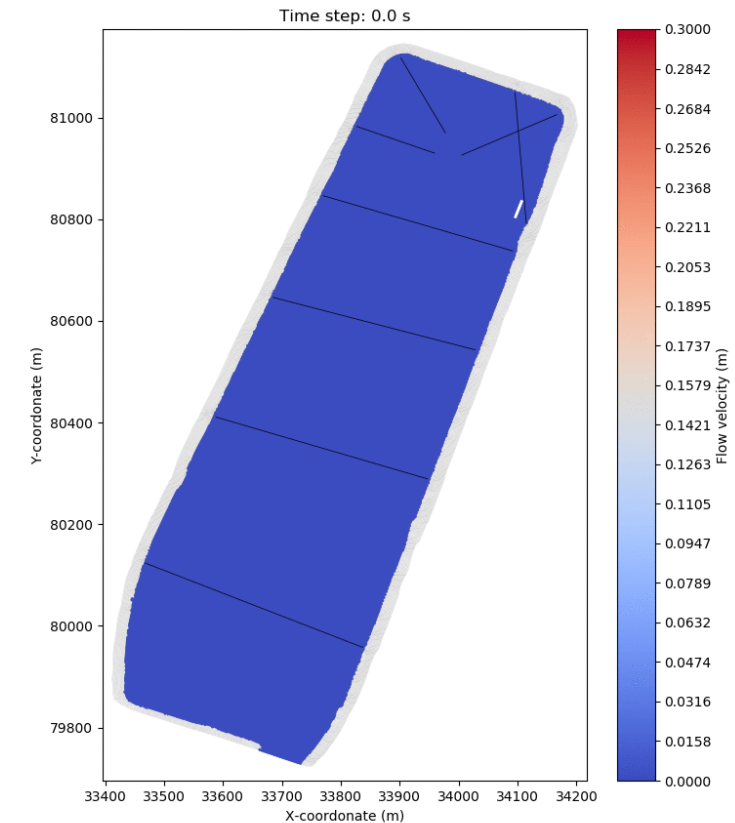
3. Calibration de l'hydrodynamique

- Calibration hydrodynamique à partir des vitesses (2D et 3D) et de la direction des filets de courant mesurés avec l'ADCP (1^{ère} semaine)
- Stratégie de calibration
 - 2D : principalement modification du coefficient de rugosité du lit (Strickler)
 - 3D :
 - Coefficient de rugosité du lit et des berges (Nikuradse)
 - Modèle de turbulence
 - Nombre et distribution verticale des plans
 - Hypothèse hydrostatique
 - Effet la condition limite amont (écoulement imposé sur toute la colonne d'eau ou près du fond)

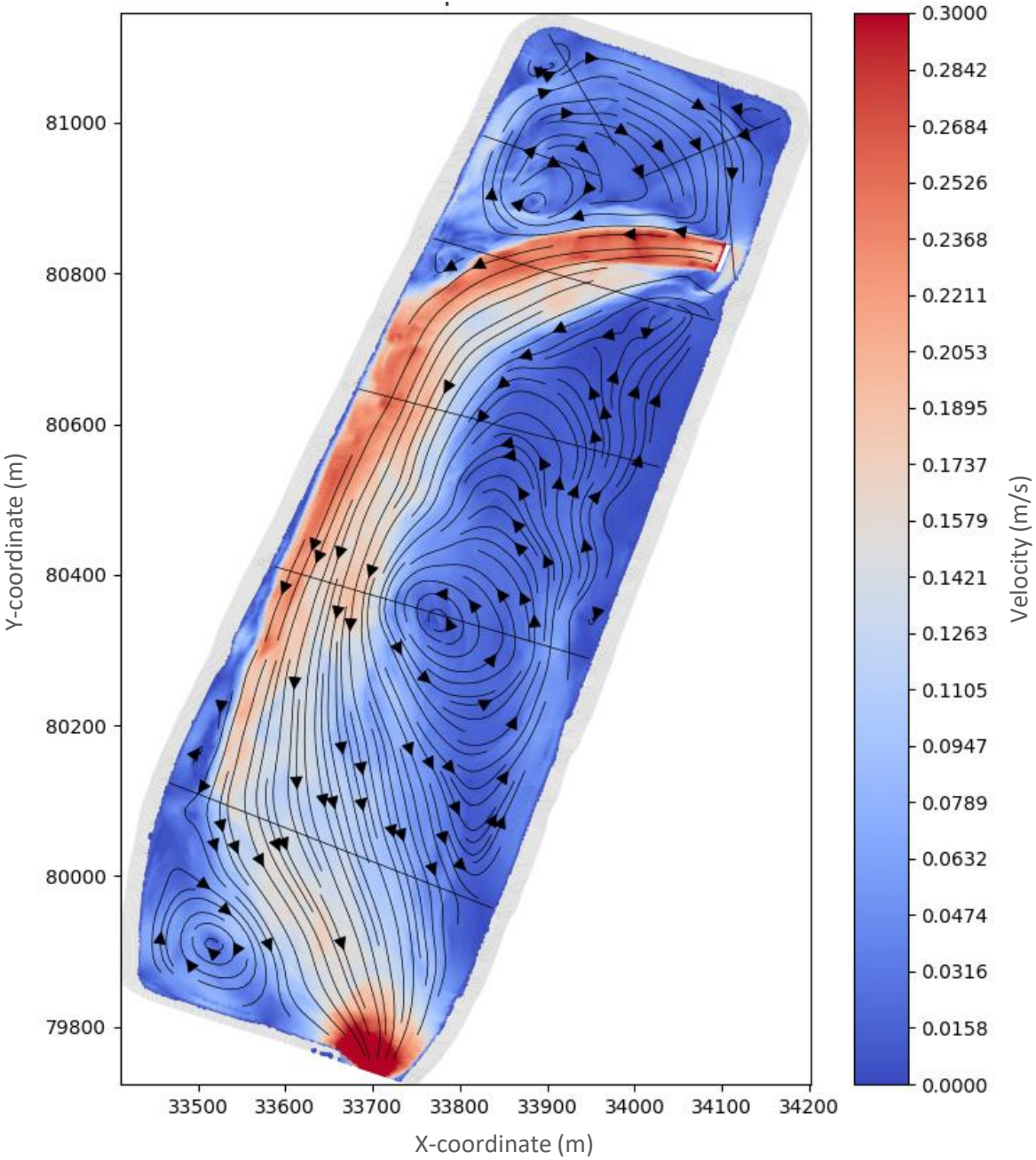
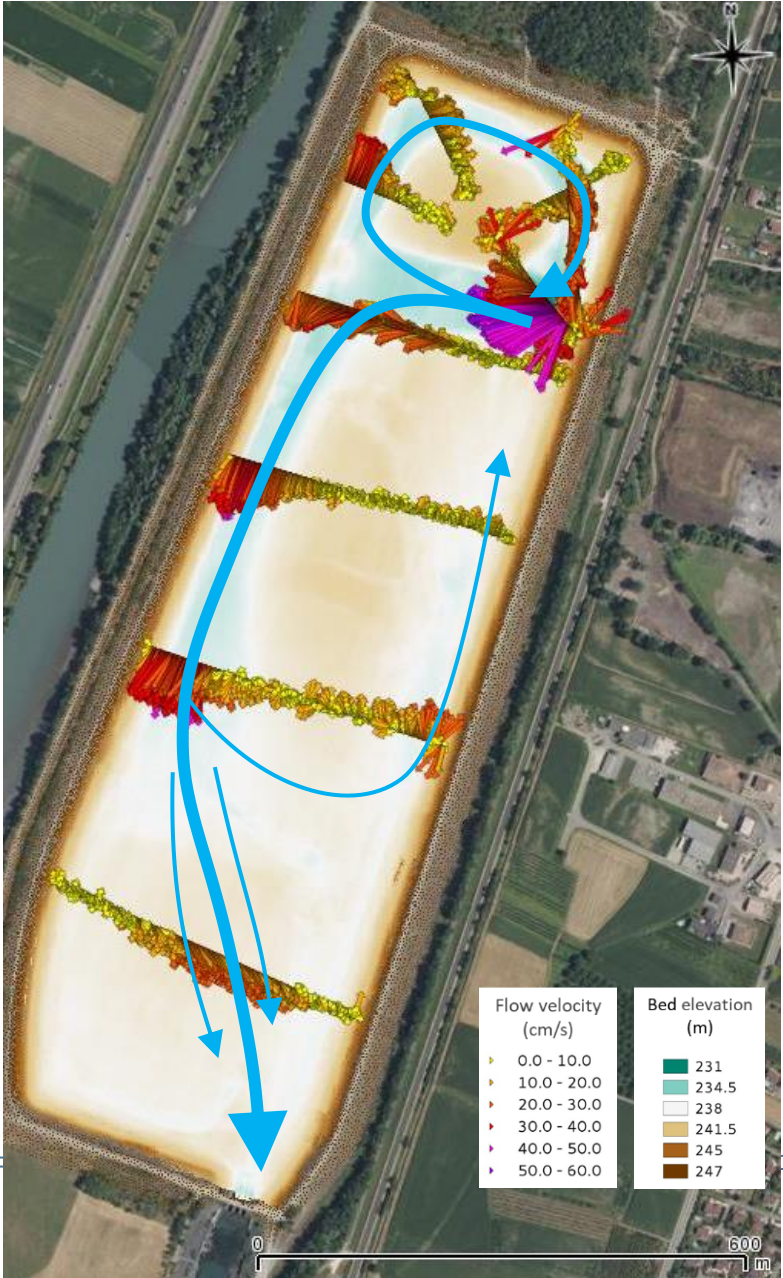


3. Calibration de l'hydrodynamique

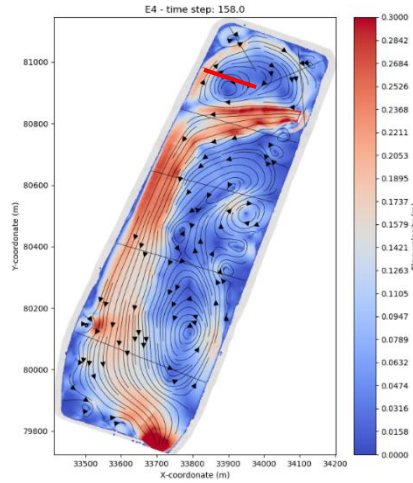
Paramètres	Modèle 2D	Modèle 3D
Taille du maillage	160 000 nœuds (taille moyenne des éléments de 2 m)	160 000 nœuds (taille moyenne des éléments de 2 m)
Schéma numérique	ERIA	LIPS
Condition limite amont	Vitesses moyennées sur la verticale	Vitesses imposées sur la moitié de la colonne d'eau
Rugosité	Coefficient de Strickler 55 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$	Coefficient de Nikuradse coefficient 3.10^{-5} m (équivalent Strickler : $89 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$)
Modèle de turbulence	Viscosité constante ($10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$)	Viscosité constante sur le plan horizontal ($10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$) et longueur de mélange sur le plan vertical ($10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$)
Plans verticaux	-	Distribution uniforme (5 plans)
Pression hydrostatique	-	Hypothèse hydrostatique
RMSE sur vitesses 2D	0.0767 m/s	0.0547 m/s
RMSE sur vitesses 3D	-	0.0796 m/s



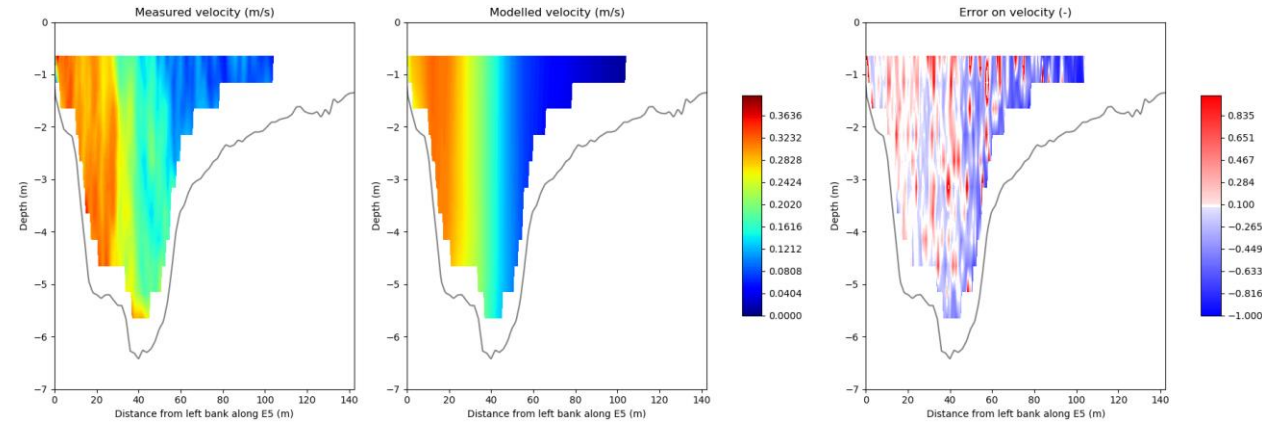
3. Calibration de l'hydrodynamique



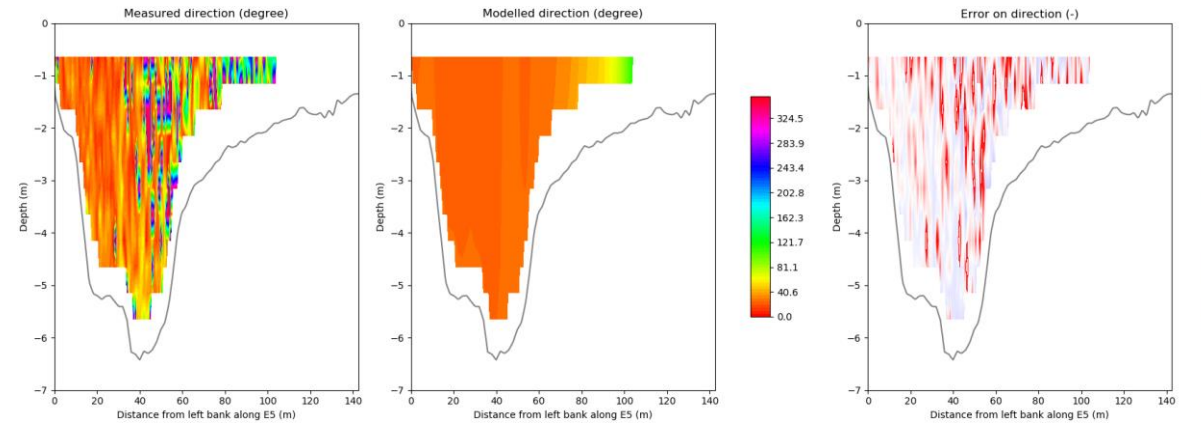
3. Calibration de l'hydrodynamique



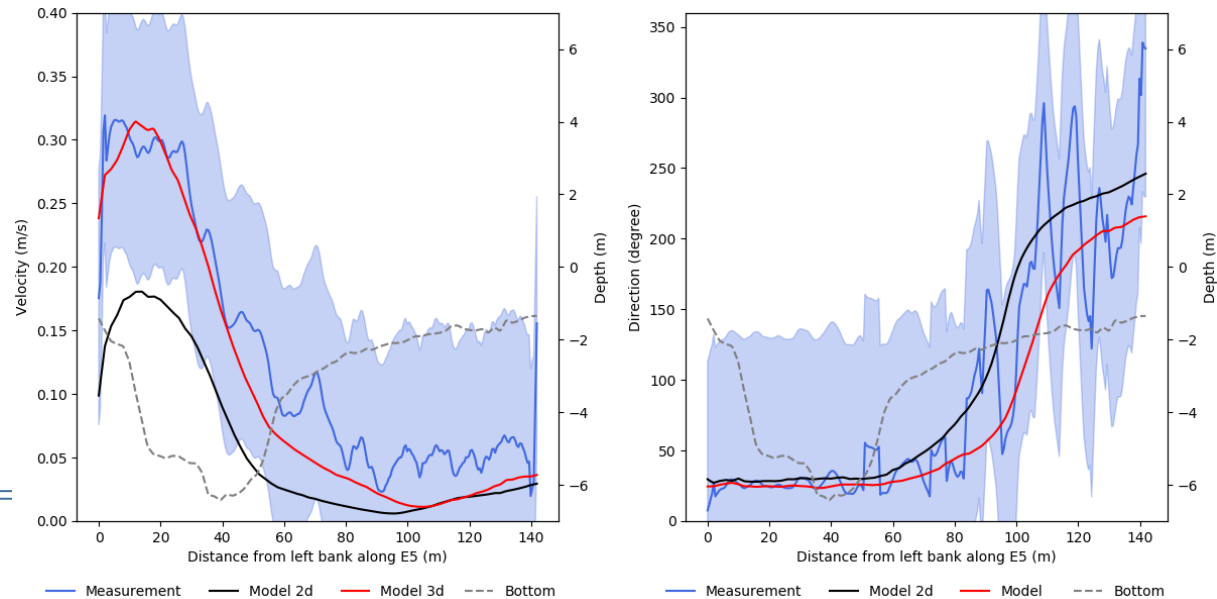
Vitesses 3D



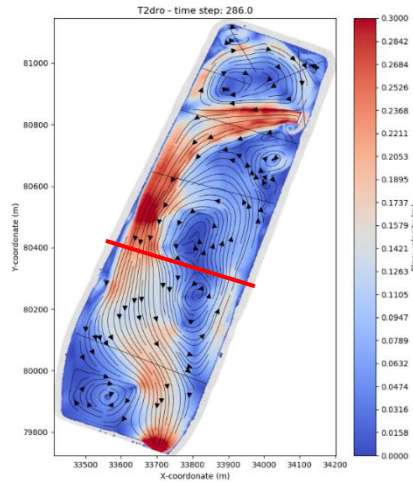
Directions 3D



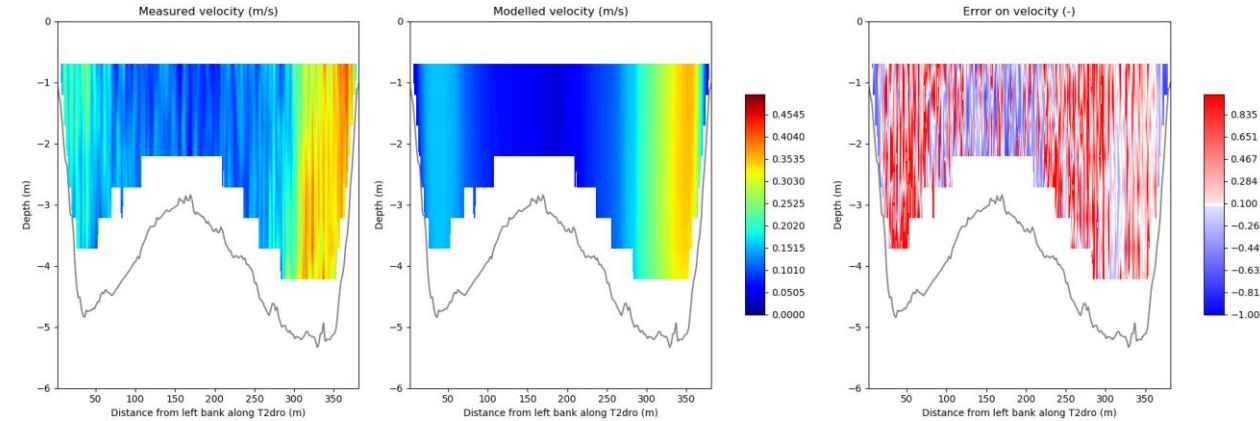
Vitesses et directions 2D



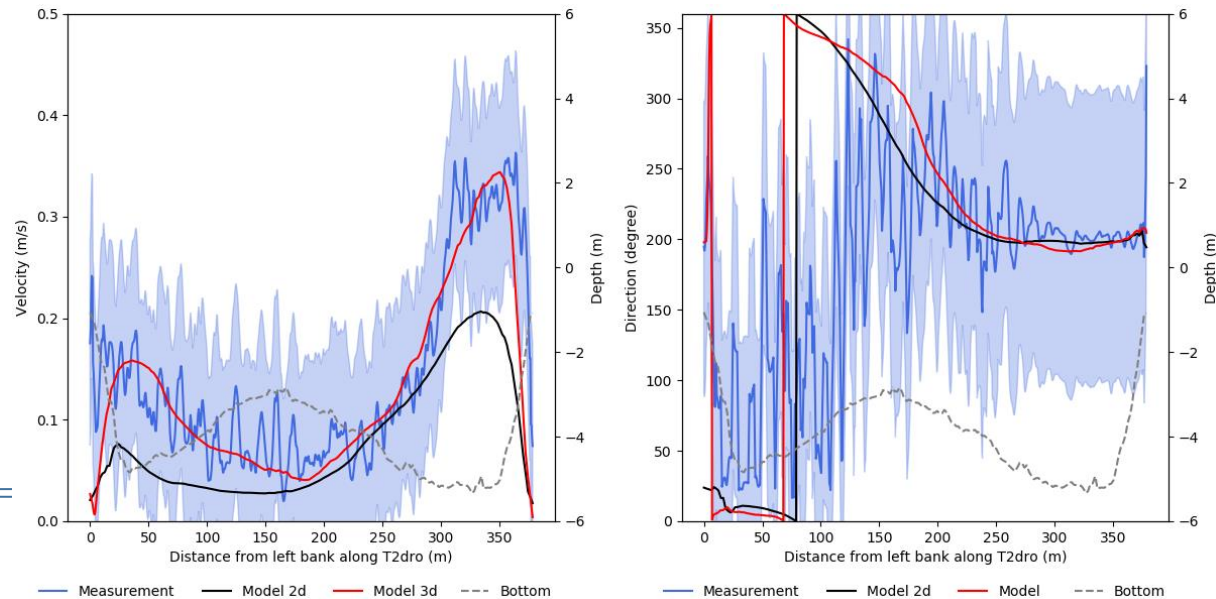
3. Calibration de l'hydrodynamique



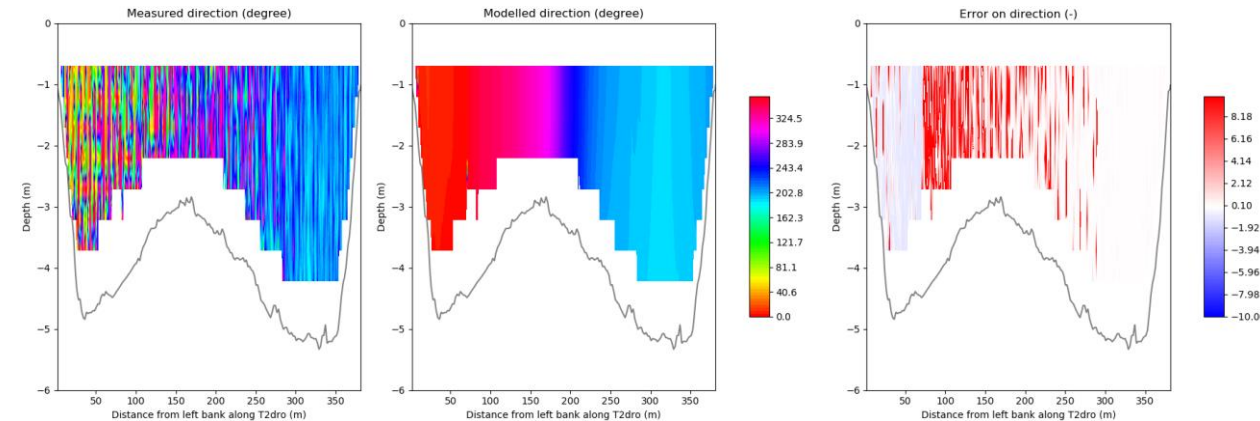
Vitesses 3D



Vitesses et directions 2D

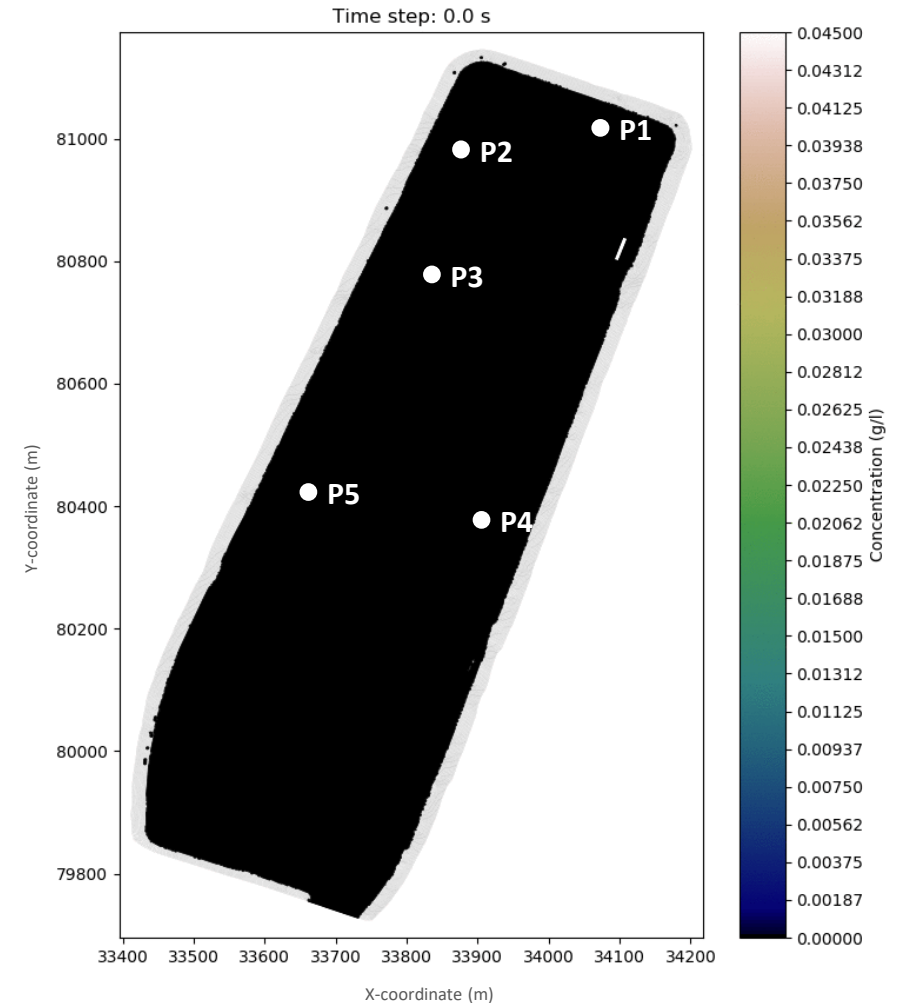
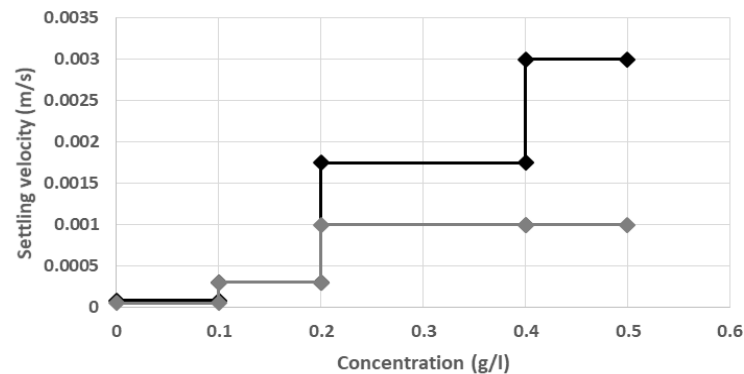
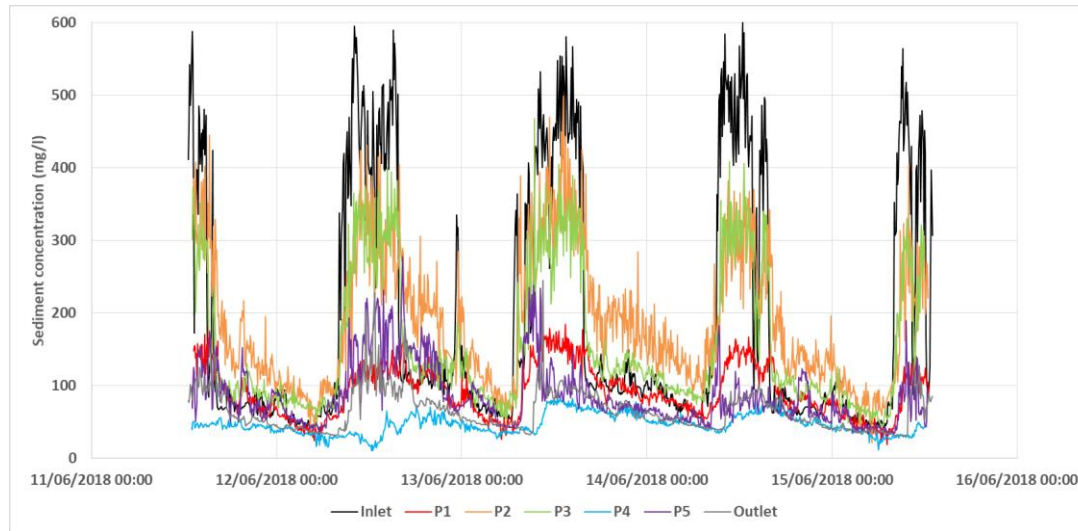


Directions 3D



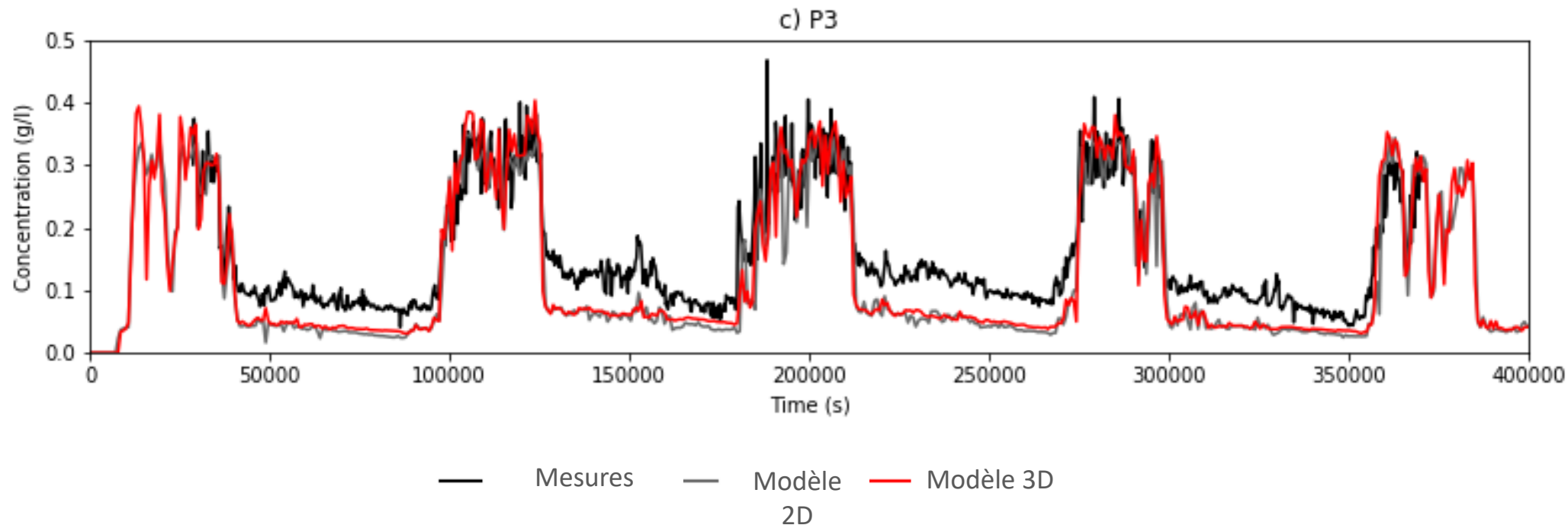
3. Calibration du transport sédimentaire

- Calibration du transport sédimentaire à partir des concentrations mesurées durant la 2^{ème} semaine
- Processus sédimentaire dominant : dépôt
- Hypothèse de variation de la vitesse de chute en fonction de la concentration



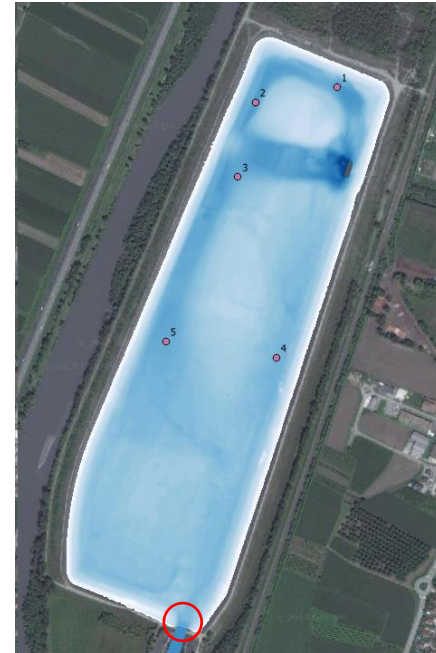
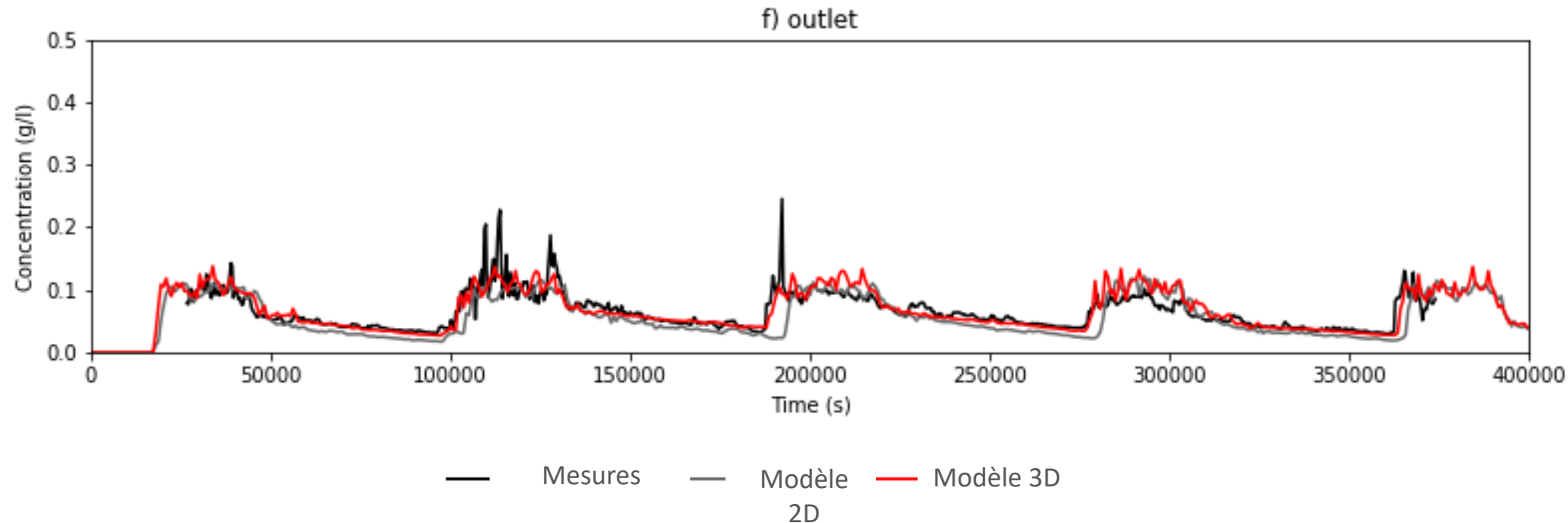
3. Calibration du transport sédimentaire

- Calibration du transport sédimentaire : résultats sur la bouée P3
- Relations concentrations/turbidités calibrées pour de fortes concentrations



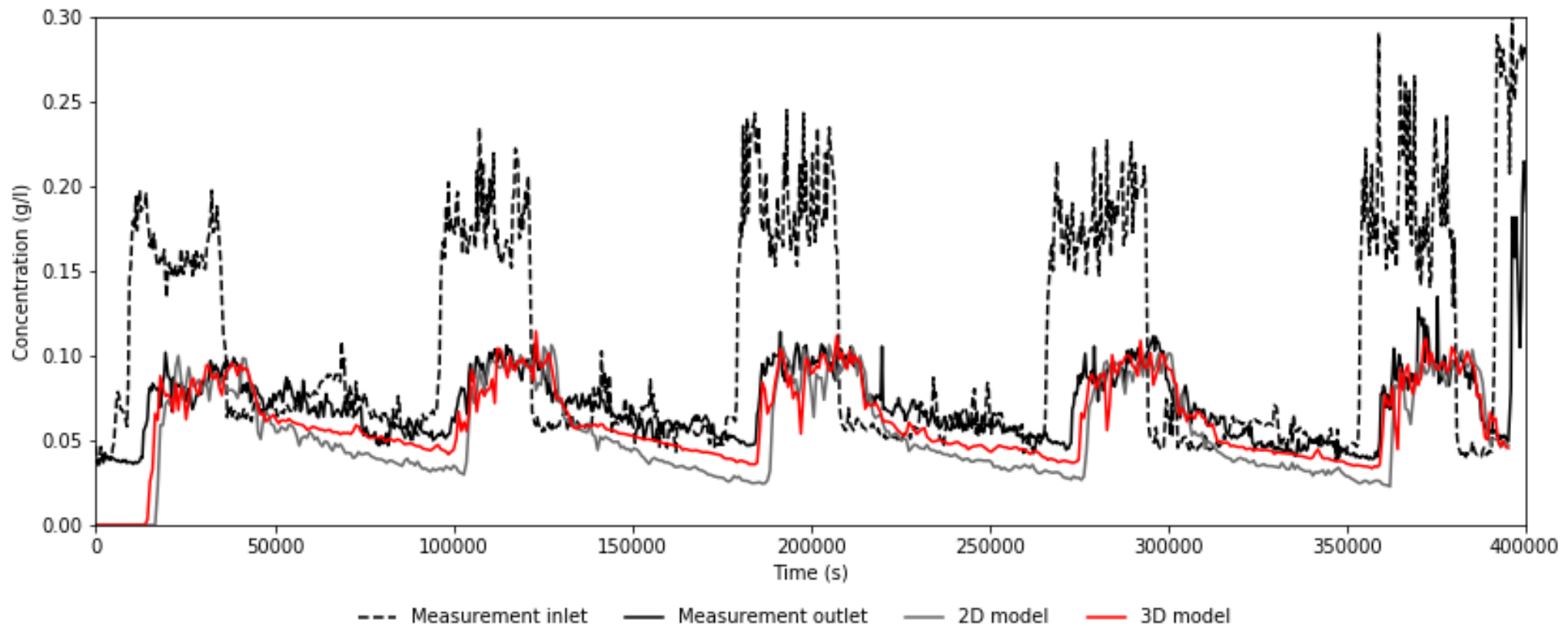
3. Calibration du transport sédimentaire

- Calibration du transport sédimentaire : résultats en sortie
- Concentrations bien modélisées



3. Validation des modèles hydro-sédimentaires

- Validation des modèles à partir des concentrations en sédiments mesurées à la sortie du réservoir durant la 1^{ère} semaine
- Processus de dépôts dans le réservoir correctement modélisés



4. Conclusions

- Construction et calibration hydrodynamique de modèles numériques hydro-sédimentaires 2D (TELEMAC-2D/SISYPHE) et 3D (TELEMAC-3D/SEDI3D) sur un réservoir peu profond réel
- Calibration basée sur des mesures hydrodynamiques et de concentrations en sédiments
- L'évaluation des modèles montre que
 - la structure des écoulements et les vitesses sont bien reproduites par les 2 modèles avec toutefois une faible sous-estimation des vitesses par le modèle 2D (à cause de la condition limite amont simplifiée)
 - la dynamique sédimentaire (transport et dépôt) est correctement modélisée à l'échelle du réservoir par les 2 modèles même si certaines erreurs sont observées localement
 - le modèle 2D donne des résultats satisfaisants mais le modèle 3D est nécessaire pour capturer correctement toute la physique dans le réservoir
 - les écoulements et la dynamique du transport sédimentaire sont principalement contrôlés par une combinaison de processus 2D à l'échelle du réservoir et de mécanismes 3D locaux près de l'entrée (condition limite amont)
- Perspectives
 - Exploitation de ce type de modèles pour des besoins opérationnels : projection de la sédimentation dans la retenue, mise en place de gestion sédimentaire adaptée, modification des écoulements pour simplifier/optimiser les potentielles gestions sédimentaires (déflecteurs, chasses/hydrocurages, etc.)...



Merci pour votre attention