

MODELISATION 3D DE L'HYDRODYNAMIQUE ET DU TRANSPORT SOLIDE DANS UN BASSIN DE DECANTATION

Gislain Lipeme Kouyi
Hexiang Yan
Jean-Luc Bertrand-Krajewski

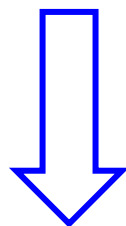


Plan de la présentation

- Problématique
 - Phénomènes complexes
 - Processus de décantation/remise en suspension ?
- Objectifs
- Méthode
 - Site expérimental
 - Démarche de modélisation
- Résultats
- Conclusions
- Perspectives

Problématique - phénomènes

- Ouvrage réduisant les risques d'inondation
- Polluants présents sous forme particulaire

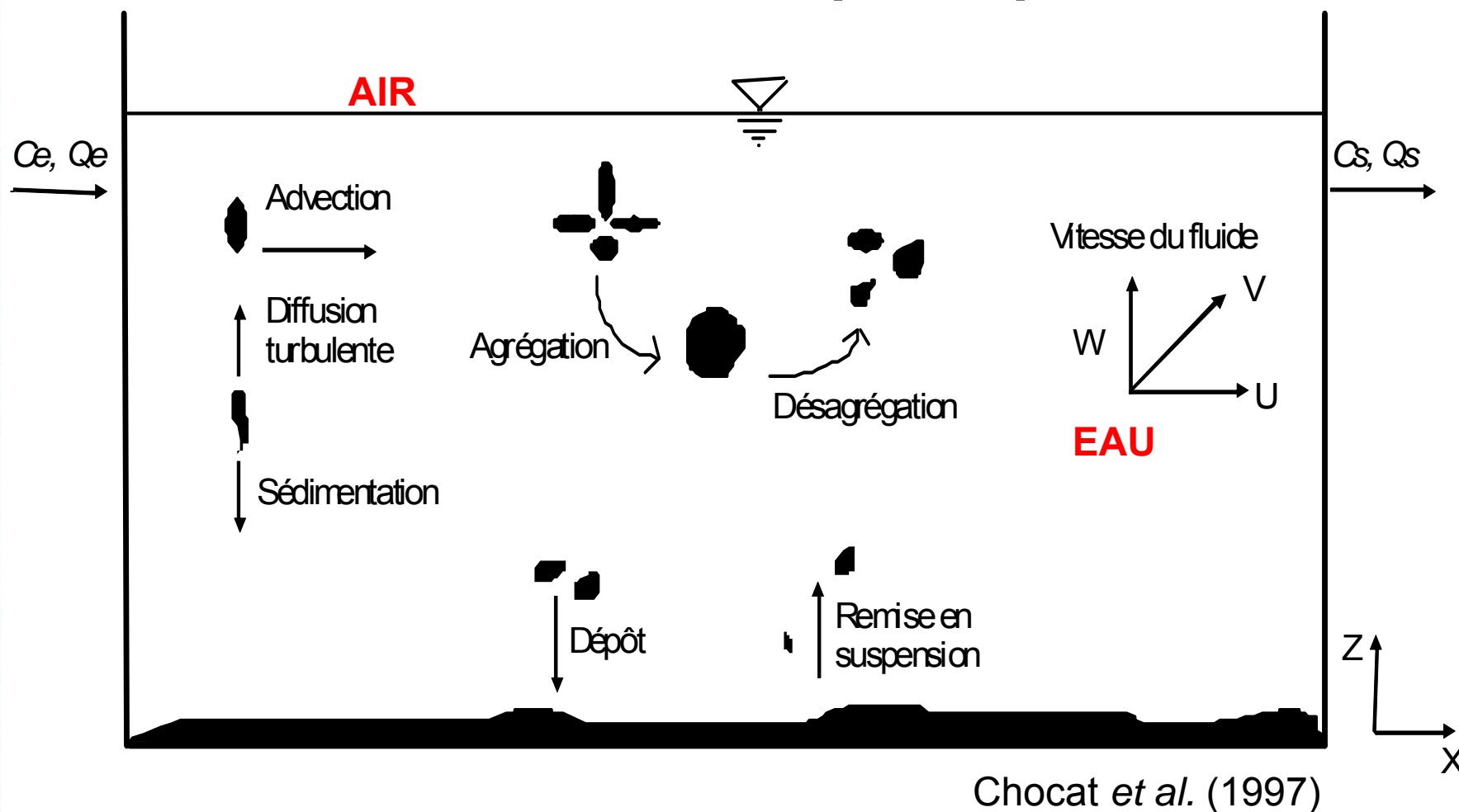


**Bassins de
retenue utilisés
comme ouvrages
de retenue-
décantation**



- Processus de décantation ?

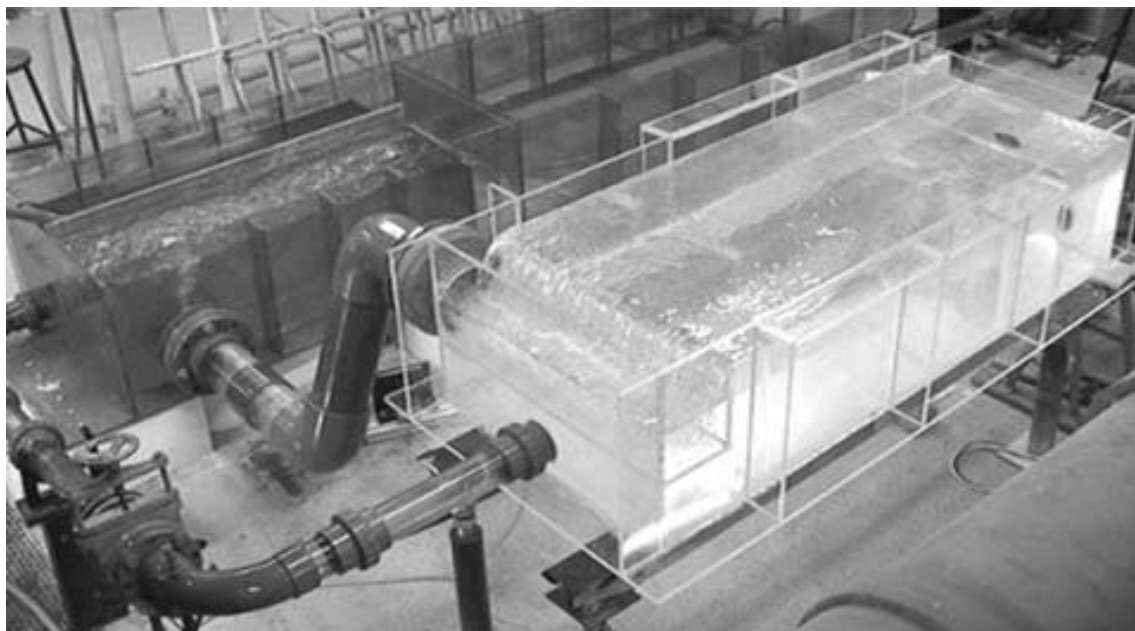
Ecoulement multiphasique



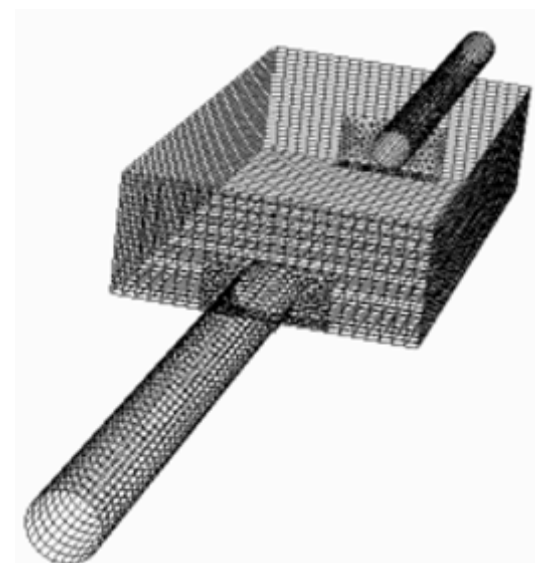
Décantation = séparation solide/liquide sous l'effet de la gravité, mouvement du fluide, du frottement, de la turbulence, des particules voisines...

Problématique - Décantation

- Expérimentations sur maquettes en laboratoire
 - géométries simples
 - conditions contrôlées
 - matériaux synthétiques
 - modélisations numériques 3D

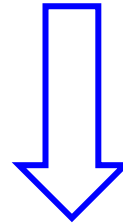


Dufresne (2008); Adamsson *et al.*(2003)



Objectif OTHU

- Difficultés liées aux bassins réels
 - complexité des géométries (fond variable, muret, orifice, influence des régulations...)
 - variabilité des sollicitations
 - hétérogénéité des caractéristiques des particules



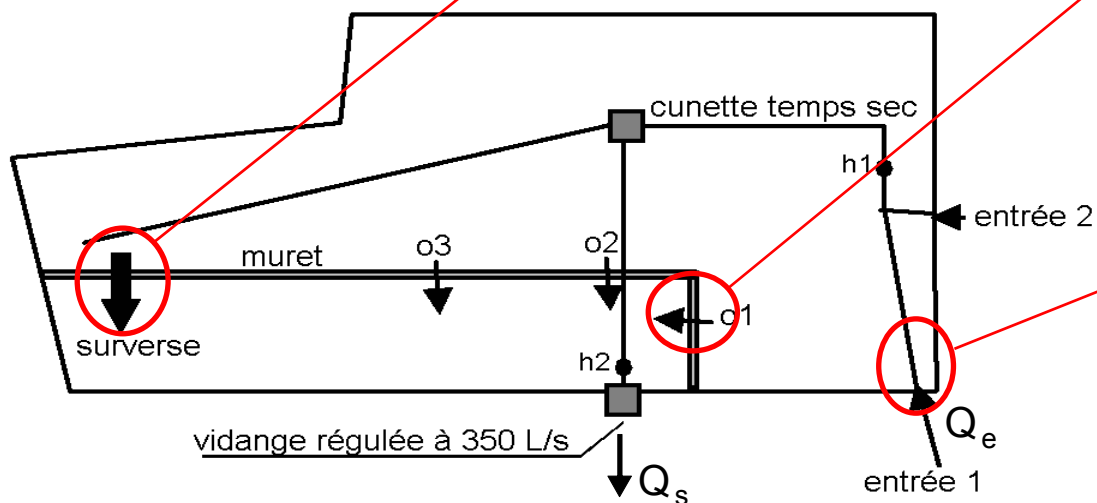
**Suivi expérimental et modélisation
d'un ouvrage réel de retenue-
décantation de grande taille**

Objectifs thèse

- Construire, tester et vérifier un modèle 3D
 - Comportement hydrodynamique
 - Répartition de l'énergie près du fond
(Energie Cinétique Turbulente – ECT)
 - Zones préférentielles de dépôts
- Identifier son domaine d'application
- Contribuer à l'élaboration d'un guide sur conception/dimensionnement/gestion des bassins

Site expérimental

Superficie: 1.1ha
Volume: 32000m³

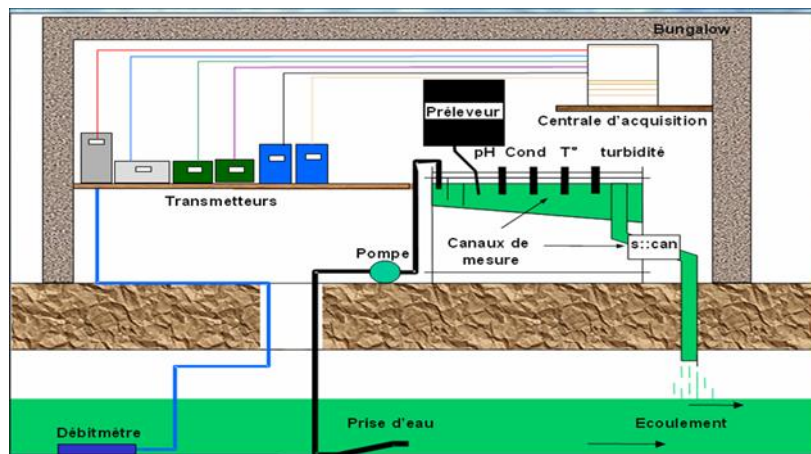


Bassins de retenue/décantation

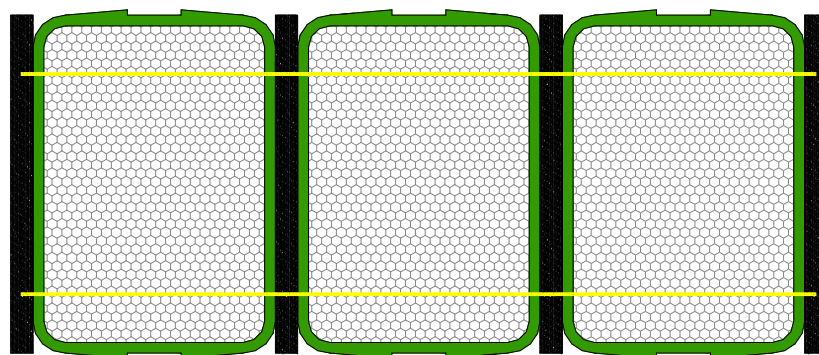
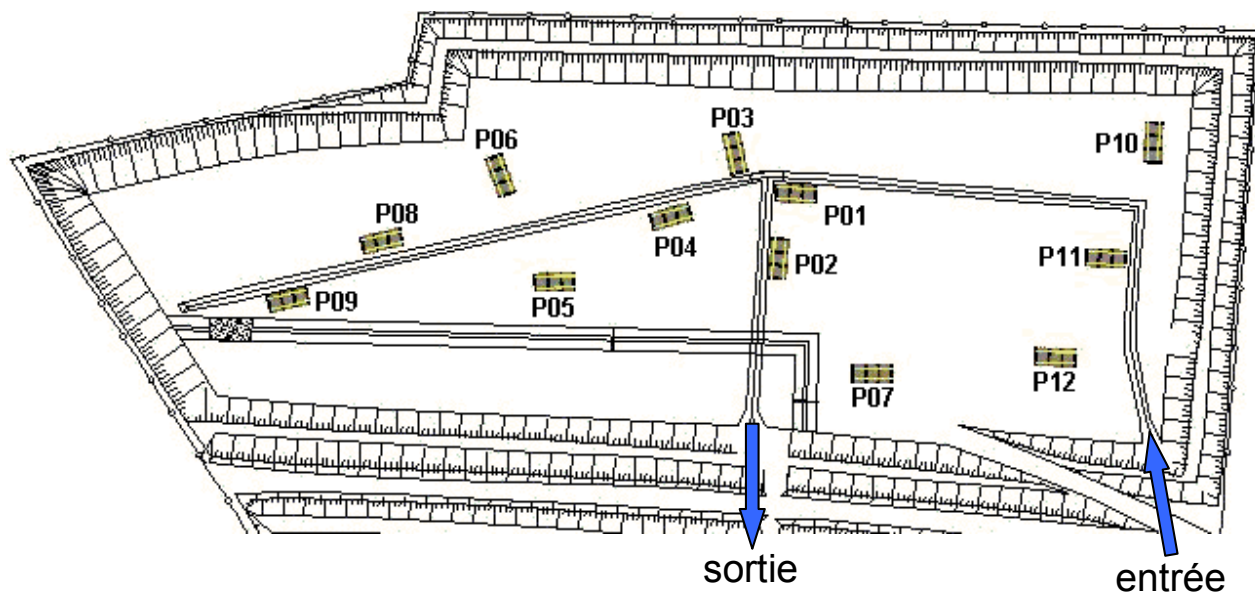


Mesures en continu

- 2 stations (entrée et sortie)
 - Débit
 - Turbidité
 - Hauteurs d'eau dans le bassin
 - pH, conductivité, température



Mesures ponctuelles - Campagnes



12 pièges à sédiments



Mesures ponctuelles - Campagnes

- Prélèvements



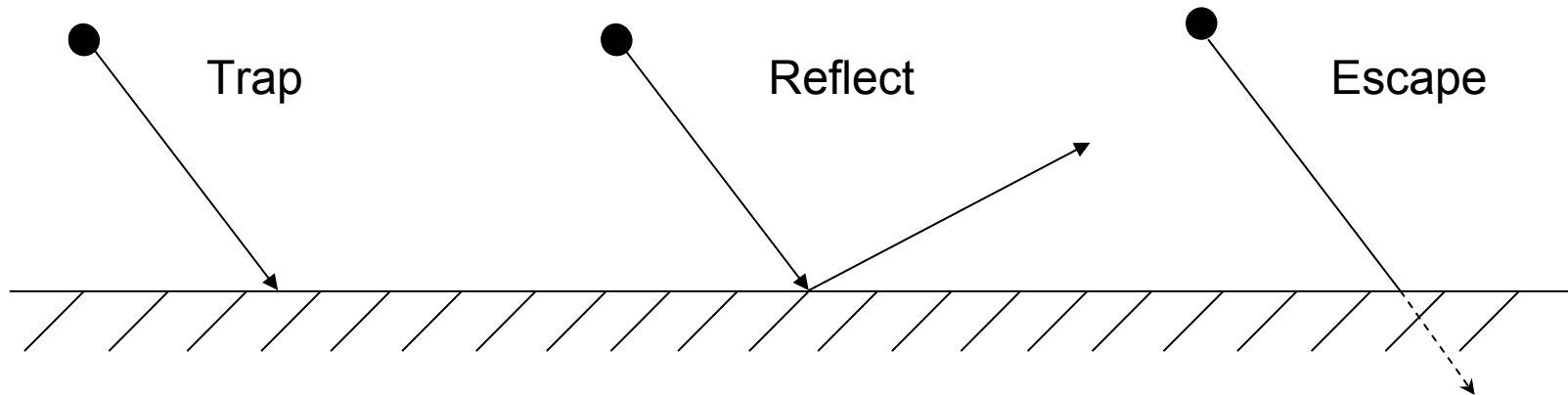
- Analyse physico-chimique
 - Vitesse de chute Vs (VICAS)
 - Granulométrie
 - Concentrations en polluants (métaux, HAP, etc.)

Démarche de modélisation

- Hydrodynamique
 - Géométrie et maillage
 - Conditions aux limites
 - Choix du modèle de turbulence
 - Conditions de démarrage du calcul
 - Choix des schémas de discrétisation
 - Stratégie et contrôle de la convergence
- Transport solide
 - Caractéristiques des particules
 - Conditions sur le fond: **développement d'un module spécifique pour le dépôt et la remise en suspension**
 - Suivi des particules

Transport solide

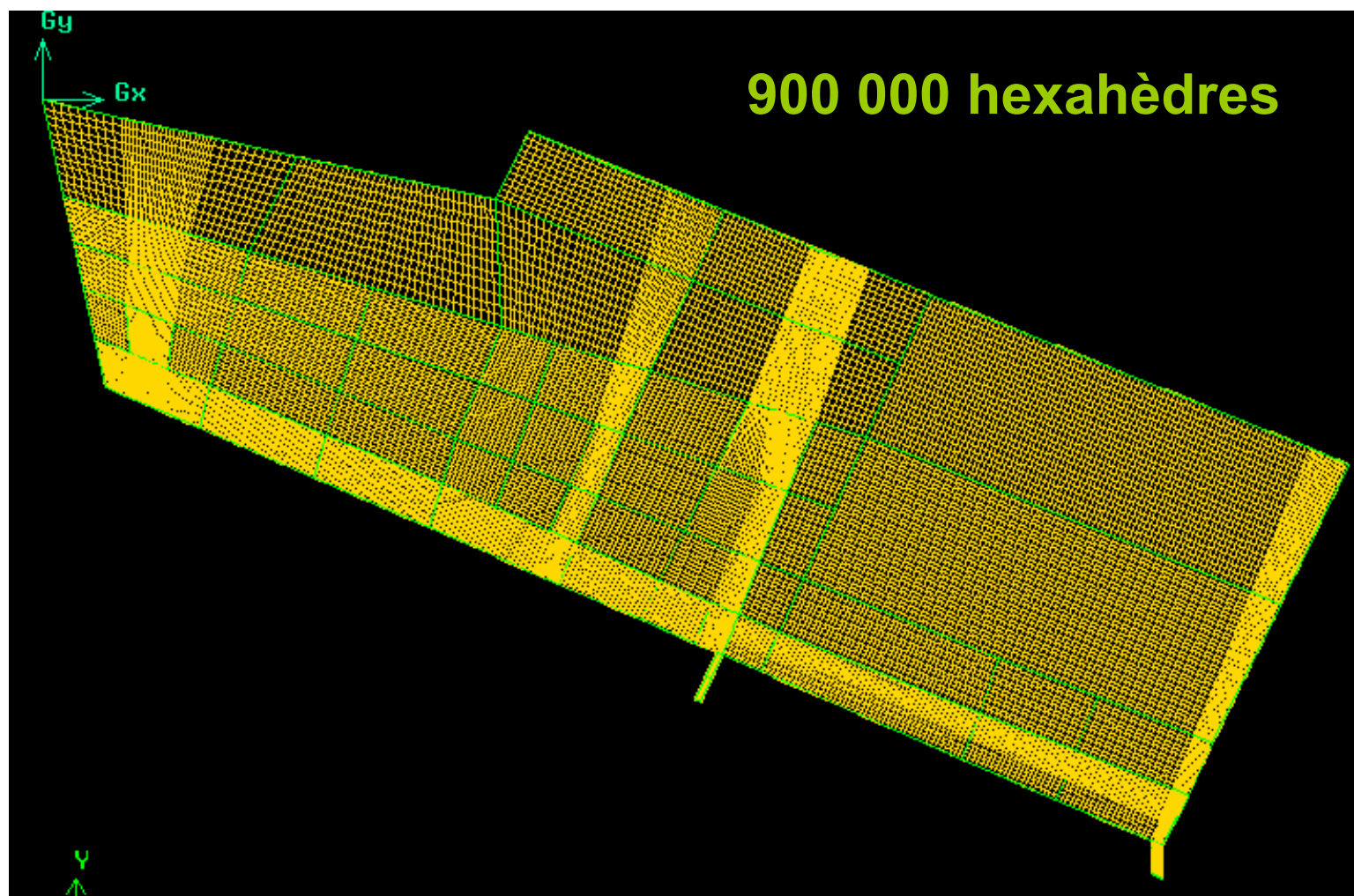
Condition aux limites par défaut (Fluent)



Nouvelle condition: **Comparaison des énergies
particules vs fluide près du fond**

$$\begin{cases} k_{vs} > k, trap \\ k_{vs} < k, reflect \end{cases} \text{ avec : } k_{vs} = \xi v^2$$

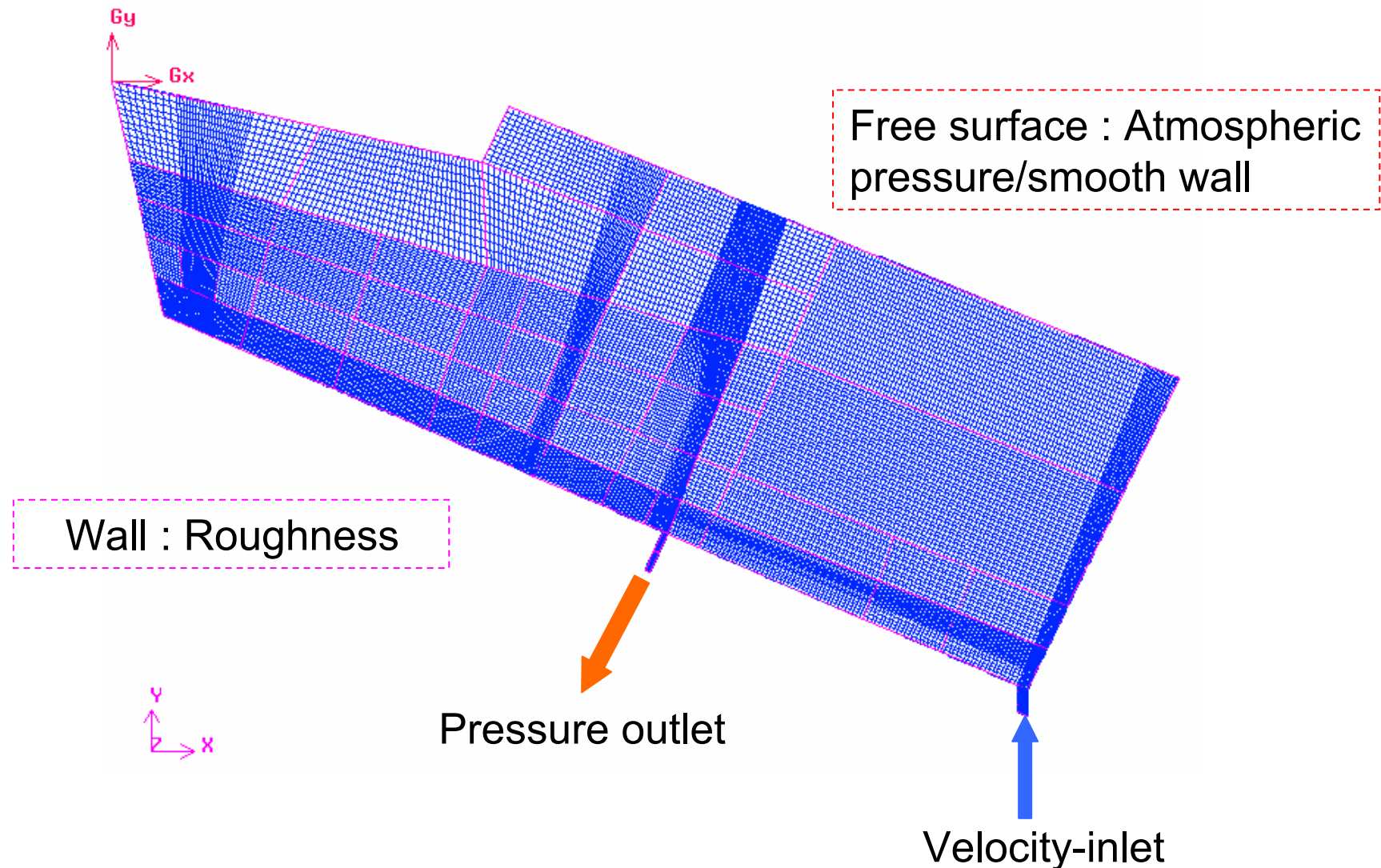
Géométrie et maillage



**Construction: Décomposition en
plusieurs sous-volumes**

Conditions aux limites

Bassins de retenue/décantation

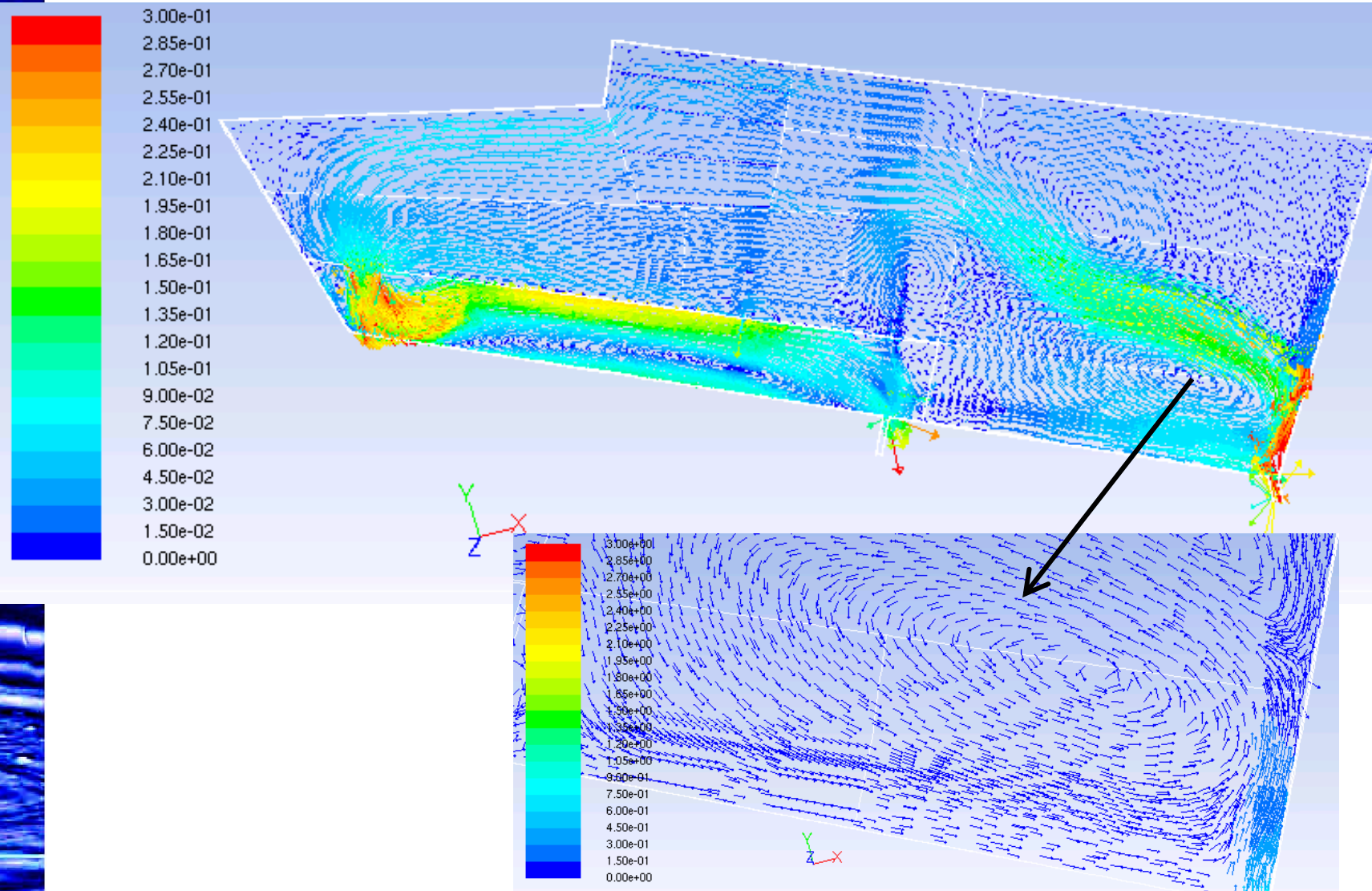


Résultats

- Champs de vitesses
- Répartition de l'énergie près du fond
- Transport solide: zones de dépôt

Champ de vitesse à la surface libre

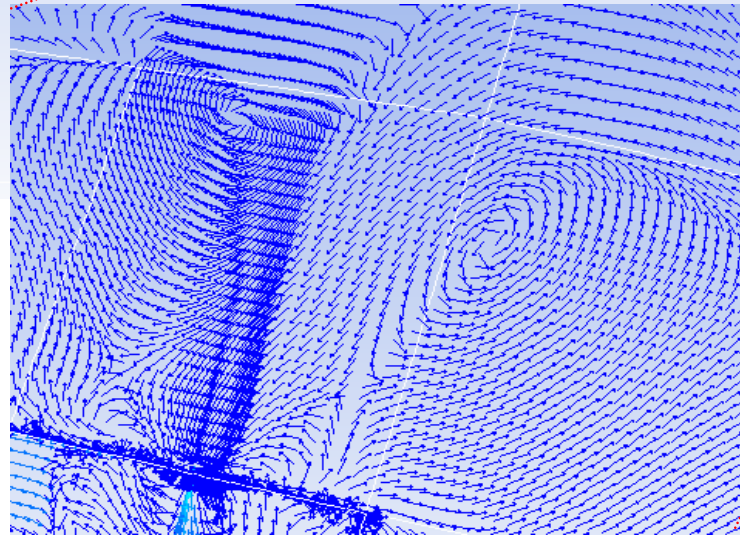
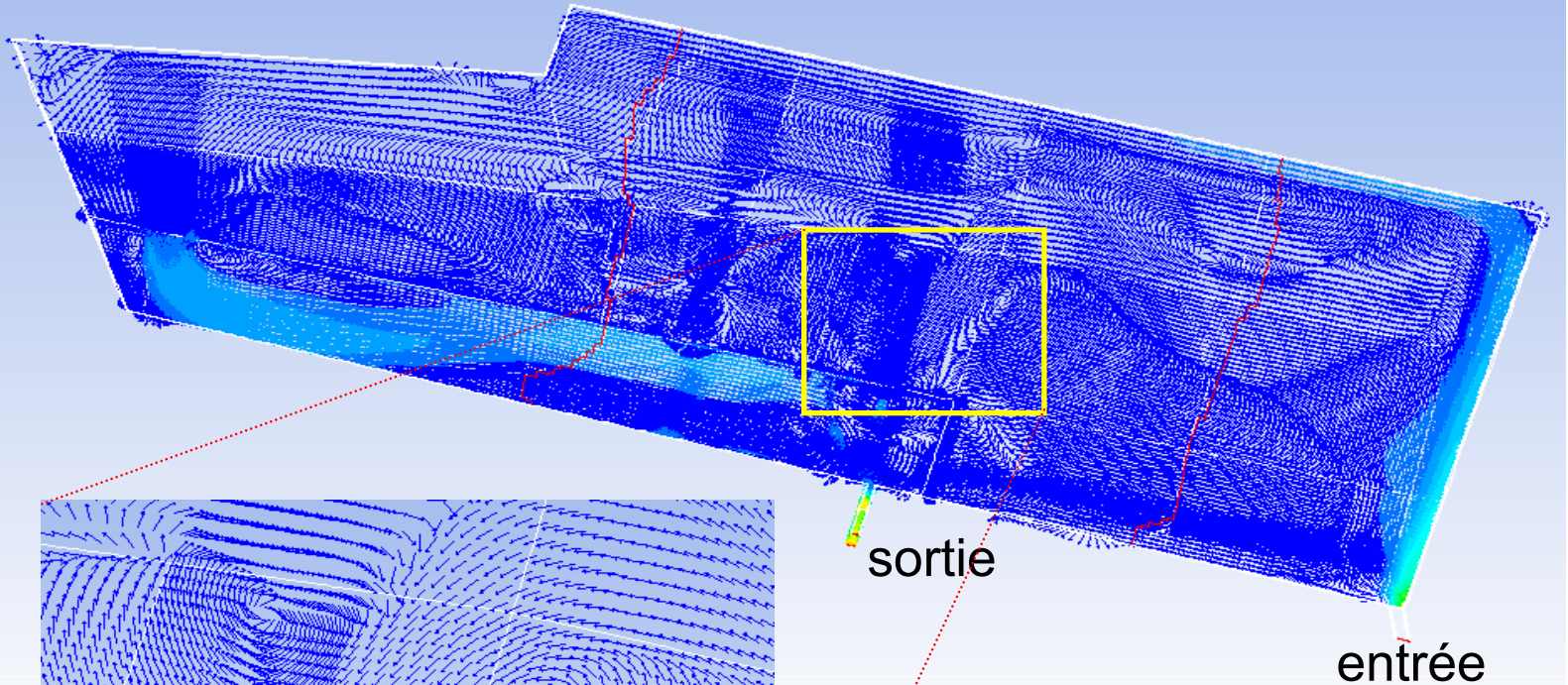
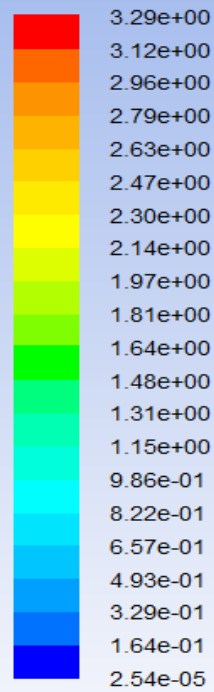
Bassins de retenue/décantation



$Q_{\text{entrée}} = 0.3 \text{ m}^3/\text{s}$

Champ de vitesse près du fond

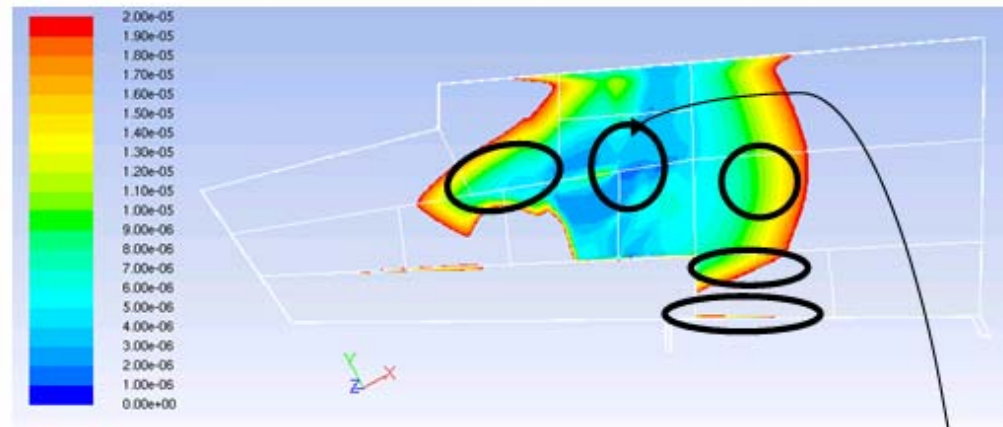
Bassins de retenue/décantation



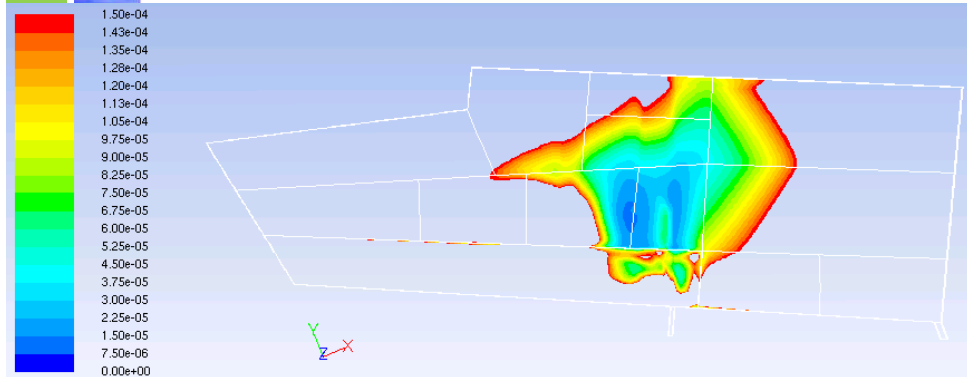
avec modèle k- ω +VOF,
 $Q_e=0.5m^3/s$

Répartition de l'énergie et localisation des dépôts

e/décantation

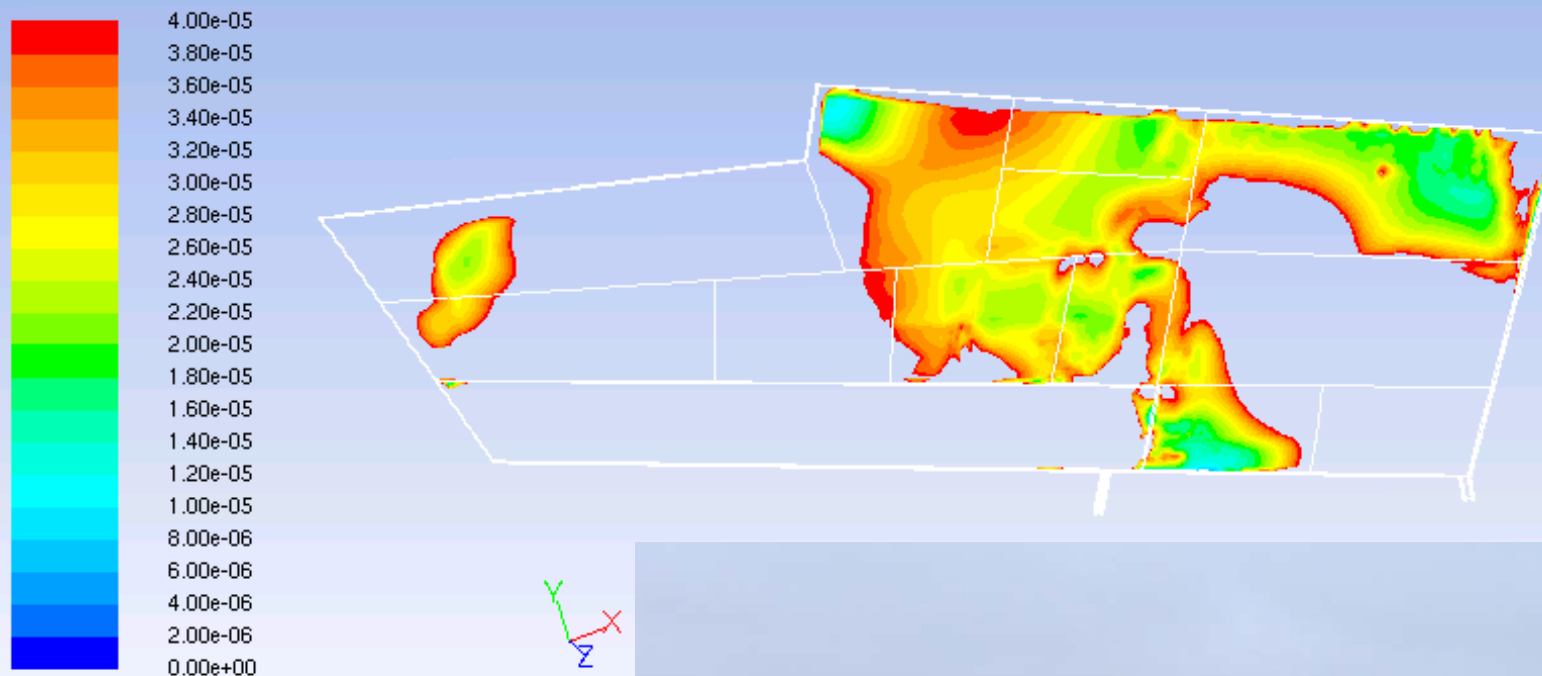


$ECT < 2.10^{-5}$
 m^2/s^2 – RSM
– $Q = 1m^3/s$
– Sans SL



$ECT < 15.10^{-5} m^2/s^2$ – k-ε
– $Q = 1m^3/s$ – Sans SL

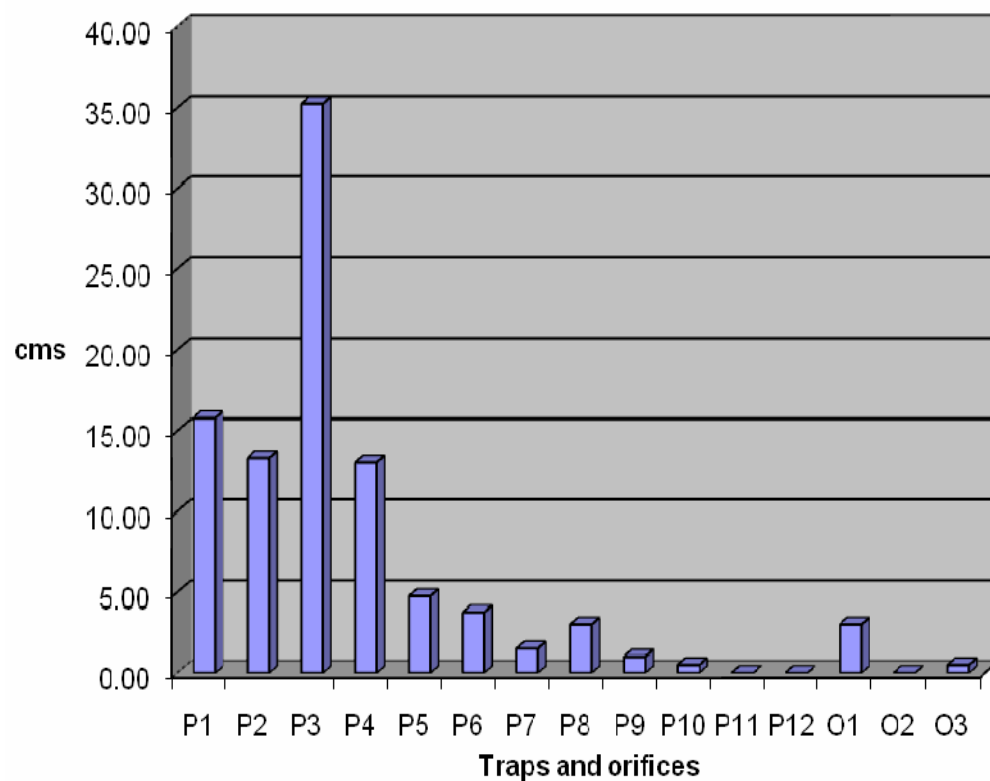
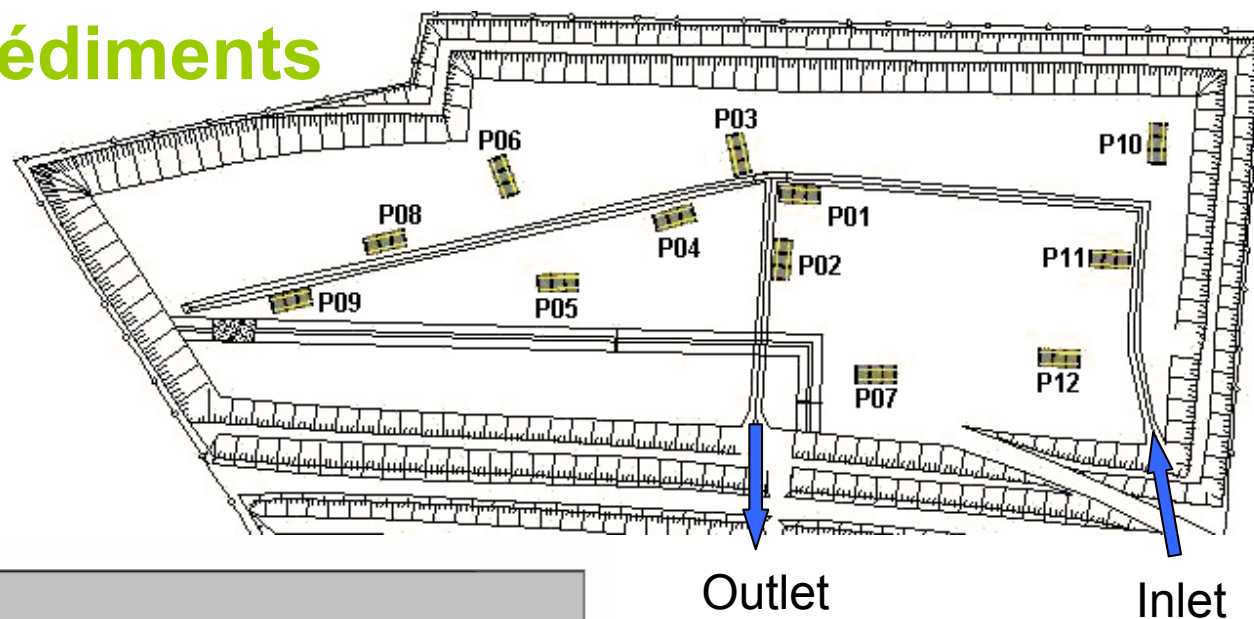




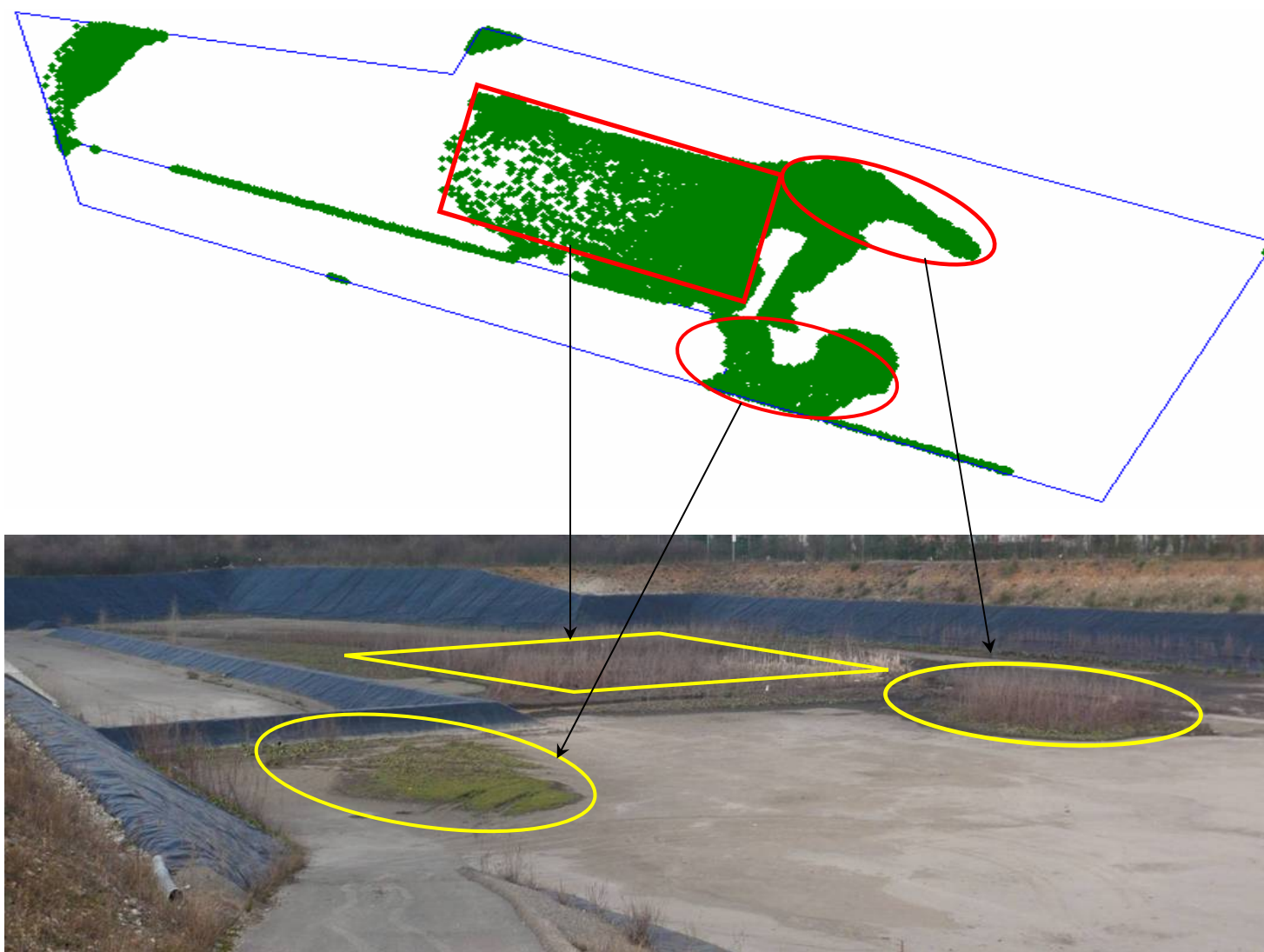
$ECT < 4.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2$
 – $k-\epsilon$ – $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$
 – **Surf. Libre**



Épaisseur sédiments

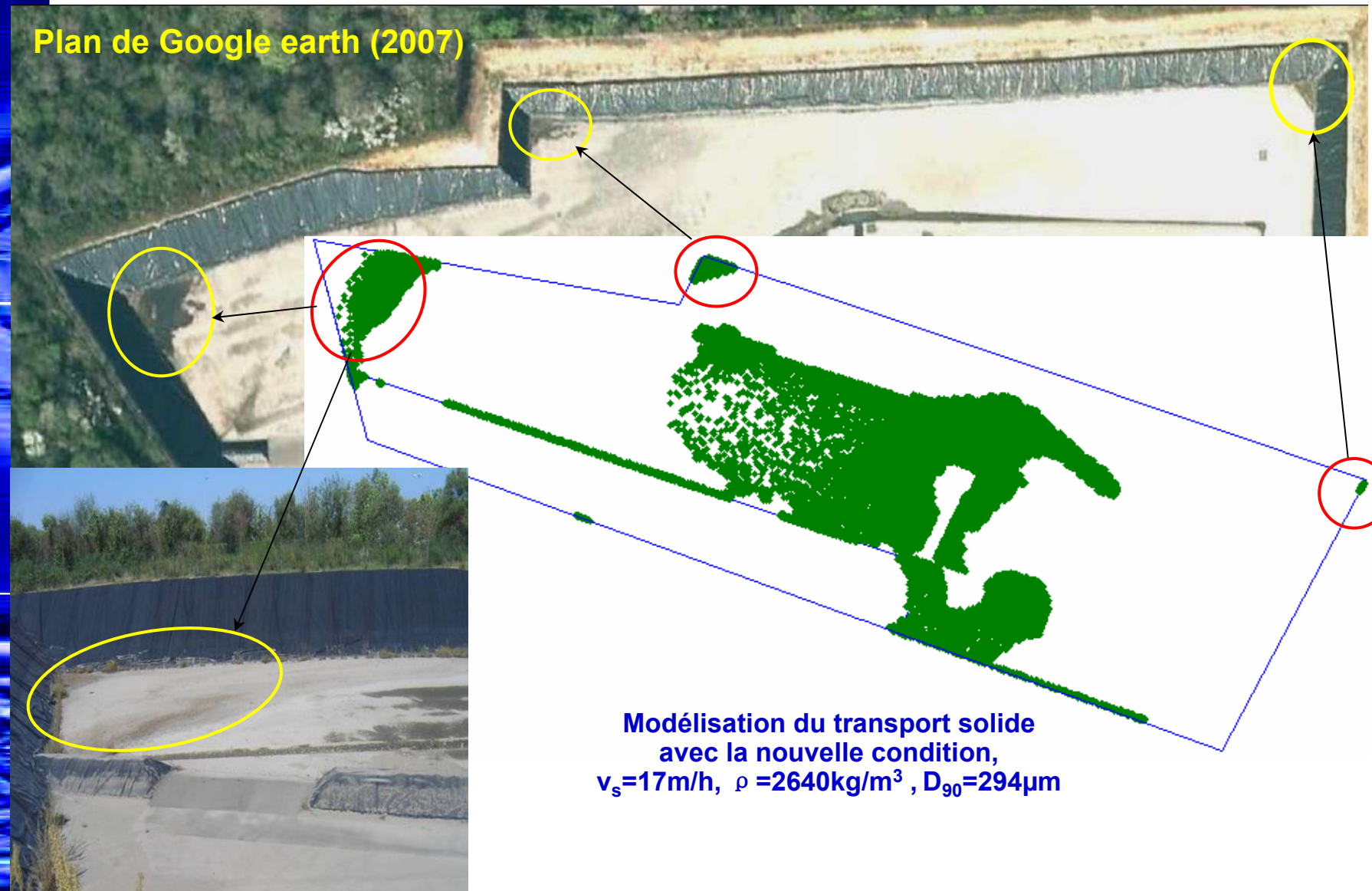


Modélisation du transport solide avec la nouvelle condition - $v_s=17\text{m/h}$, $\rho=2640\text{kg/m}^3$, $D_{90}=294\mu\text{m}$



Zones de dépôts dans le bassin de retenue Django Reinhardt (2009)

Plan de Google earth (2007)



Conclusions

- Modèle 3D : représentation satisfaisante du comportement hydrodynamique
- Nouvelle condition : localisation satisfaisante des zones préférentielles de dépôts

Perspectives

- Modélisation en régime transitoire
- Meilleure prise en compte de la variabilité des particules
- Prise en compte de l'érosion
- Vérification
- Contribution pour un guide sur la conception et la gestion des bassins