

# Modélisation hydrosédimentaire 1D : Retenue de Saint Lazare (Durance)

[Pierre NEGRELLO , EDF Hydro CIH](#)

[Marion DUCLERCQ , EDF Hydro CIH](#)

[Aurélie ANDRE, EDF Hydro CIH](#)

[Matthieu SECHER, EDF Hydro CIH](#)

[Eric VALETTE , EDF Hydro CIH](#)



# Sommaire

1. Contexte et objectifs
2. Présentation du logiciel COURLIS
3. Construction et calage du modèle
4. Exploitation du modèle de St. Lazare
5. Synthèse et perspectives

# 1. Contexte et objectifs

En moyenne Durance (Aval confluence Buech / Durance) :

- 2 Retenues enchainées type BMR : Saint Lazare et l'Escale
- Gestion sédimentaire par abaissement et transparence en crue

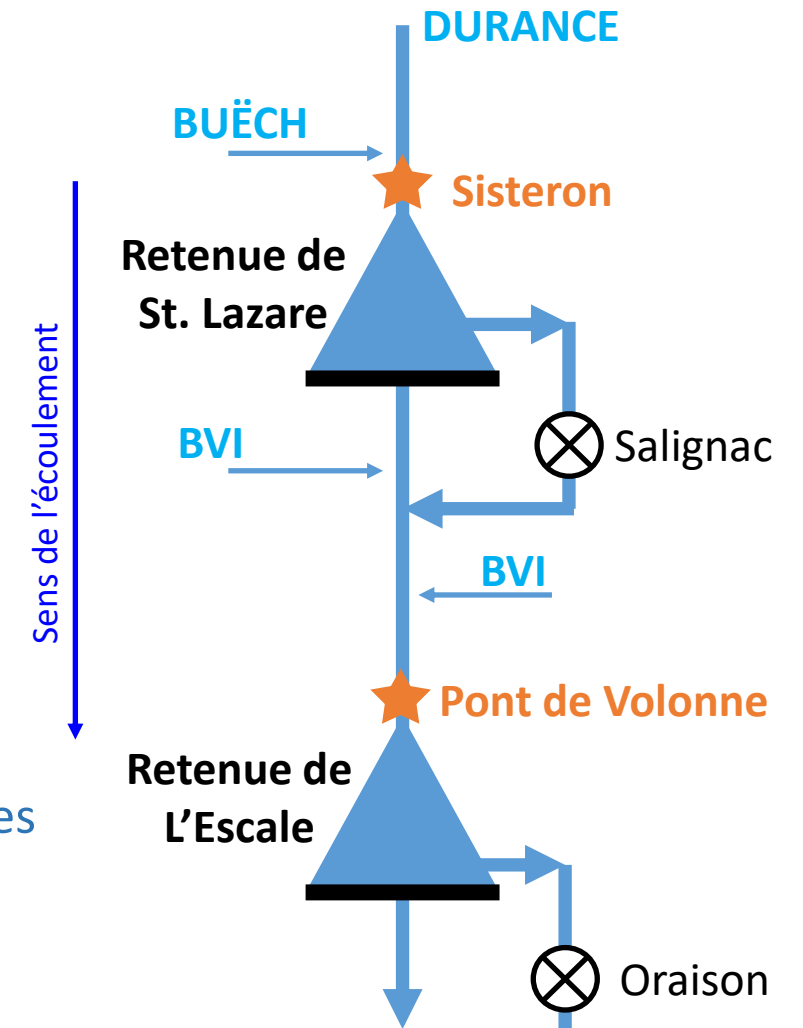
Objectifs :

- Limiter l'envasement
  - Maîtrise du risque inondation (sûreté)
  - Préserver la capacité utile
- Favoriser la continuité sédimentaire
- Maîtriser les concentrations aval lors de l'ouverture du barrage

→ Démarche :

Etape 1 : Comprendre le fonctionnement sédimentaire de ces 2 retenues séparément, en crue

Etape 2 : Proposer une gestion coordonnée des 2 retenues en crue



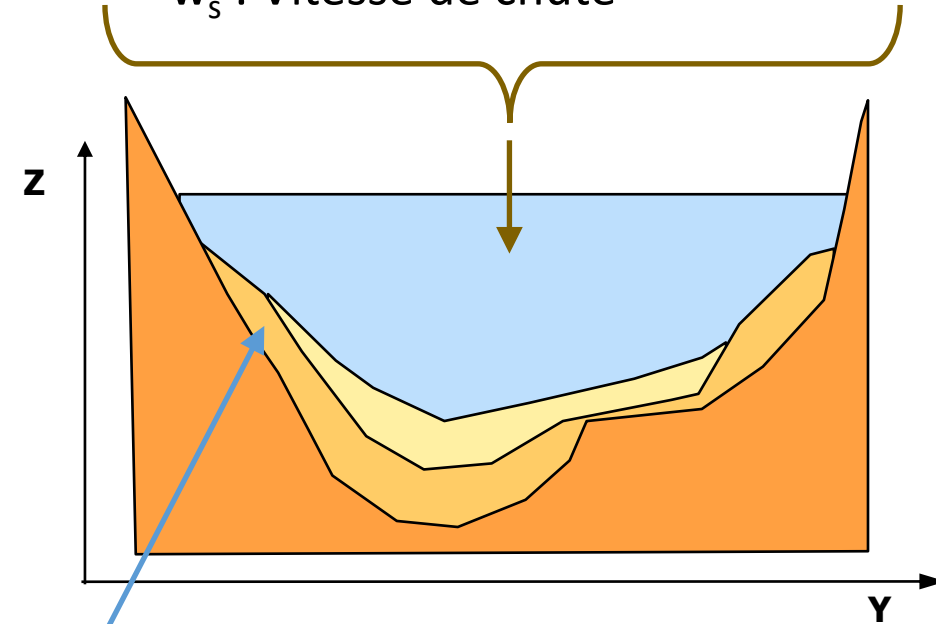
# 2. Présentation du logiciel COURLIS

## Code open source COURLIS :

- Module de transport sédimentaire 1D de MASCARET avec évolution des fonds
- Co-développé par le consortium TELEMAC-MASCARET \*
- Charriage :
  - Meyer-Peter and Müller (1948)
  - Lefort 2014
  - Recking 2013
  - Recking 2015
- Suspension :
  - Sables : Engelund-Hansen / Concentration d'équilibre
  - Cohésifs : Krone / Parthéniades

\* : [www.opentelemac.org](http://www.opentelemac.org)

- $C_{dep}$  : Concentration déposée
- $\tau_{cd}$  : Contrainte critique de dépôt
- $w_s$  : Vitesse de chute



- $C_{couche}$  : Concentration de la couche
- $\tau_{ce}$  : Contrainte critique d'érosion
- $M$  : Coef. de Parthéniades



# 3. Construction et calage du modèle - Méthode

1 crue significative : novembre 2016

- Débit max. : 800 m<sup>3</sup>/s (St. Lazare) et 1200 m<sup>3</sup>/s (Escale)
- Effacement des 2 barrages St. Lazare et l'Escale
- Mesures de niveau d'eau aux barrages et aux points critiques
- Bathymétries encadrant la crue
- Mesures des concentrations amont et aval
- Données disponibles sur les 2 retenues !

Des bathymétries anciennes permettent de représenter une stratification des sédiments



# 3. Construction et calage du modèle - Méthode

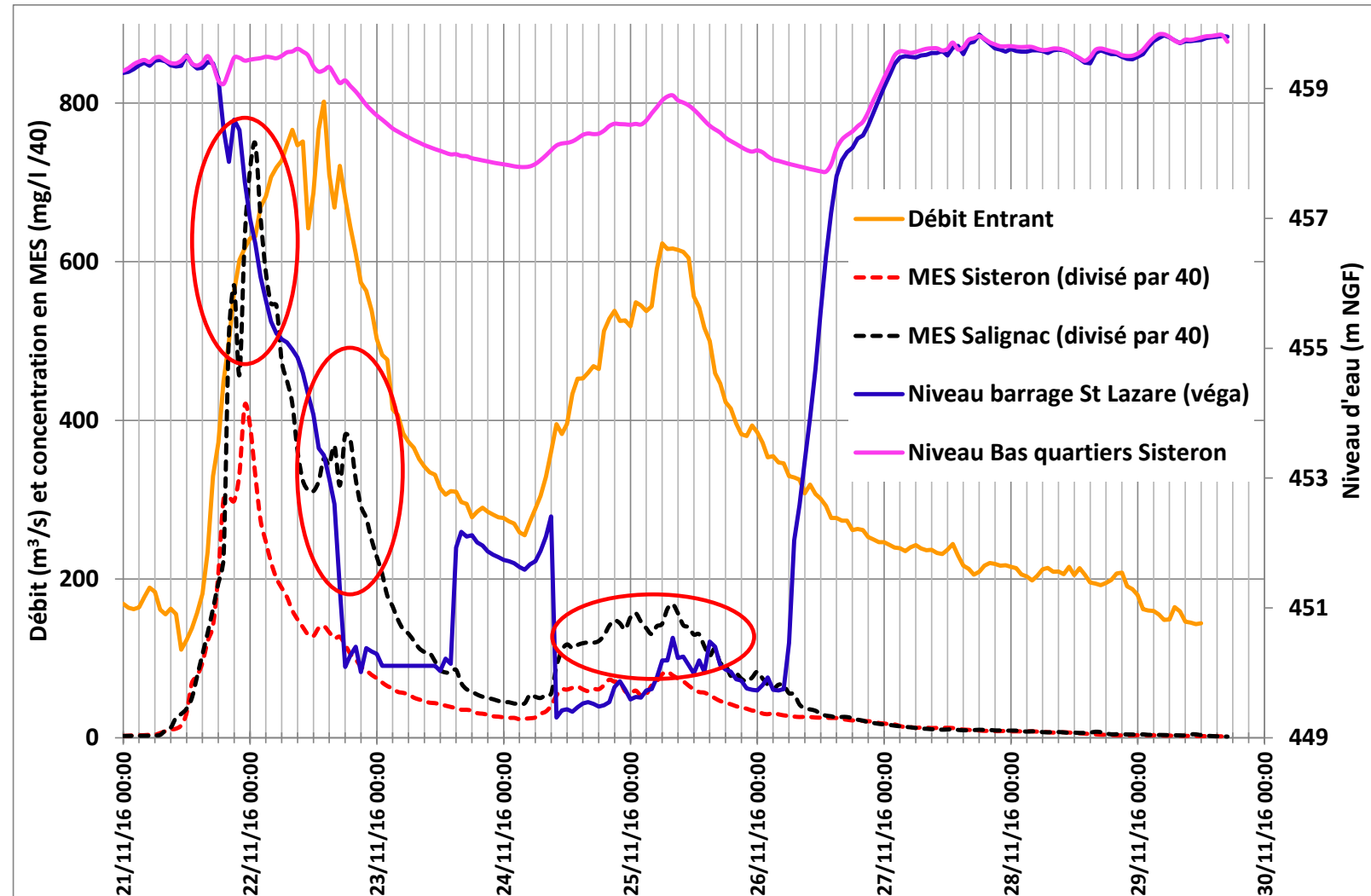
Crue de novembre 2016 à St. Lazare :

- 2 pointes : 800 et 600 m<sup>3</sup>/s
- Au barrage, 3 phases : Abaissement / Effacement / Remontée
- Concentrations de pointe :
  - 17 g/L en entrée
  - 30 g/L en sortie
- Masse érodée : 970 000 t

→ Éléments pour caler :  
Hydraulique et Sédimento

→ Évènement riche mais complexe, avec 3 « phases » d'érosion

**Crue de novembre 2016 : Grandeurs mesurées à St. Lazare**

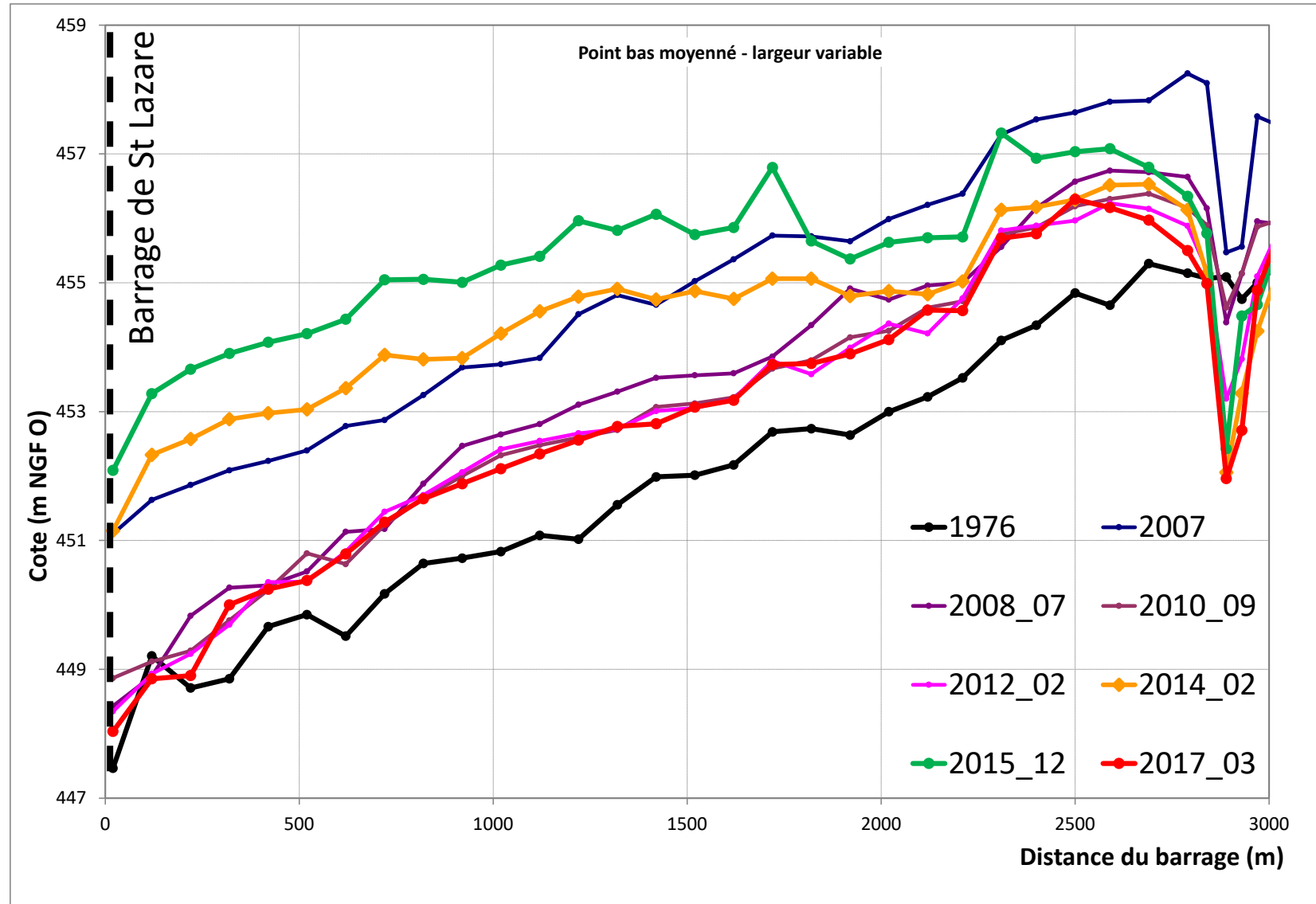


# 3. Construction et calage du modèle - Méthode

De nombreuses bathymétries

- 1976 : Fonds initiaux (durs)
- 2014 : interface « frais » / « consolidés »
- 12/2015 : fonds avant crue
- 03/2017 : fonds après crue

➔ Modélisation de 2 couches de sédiments

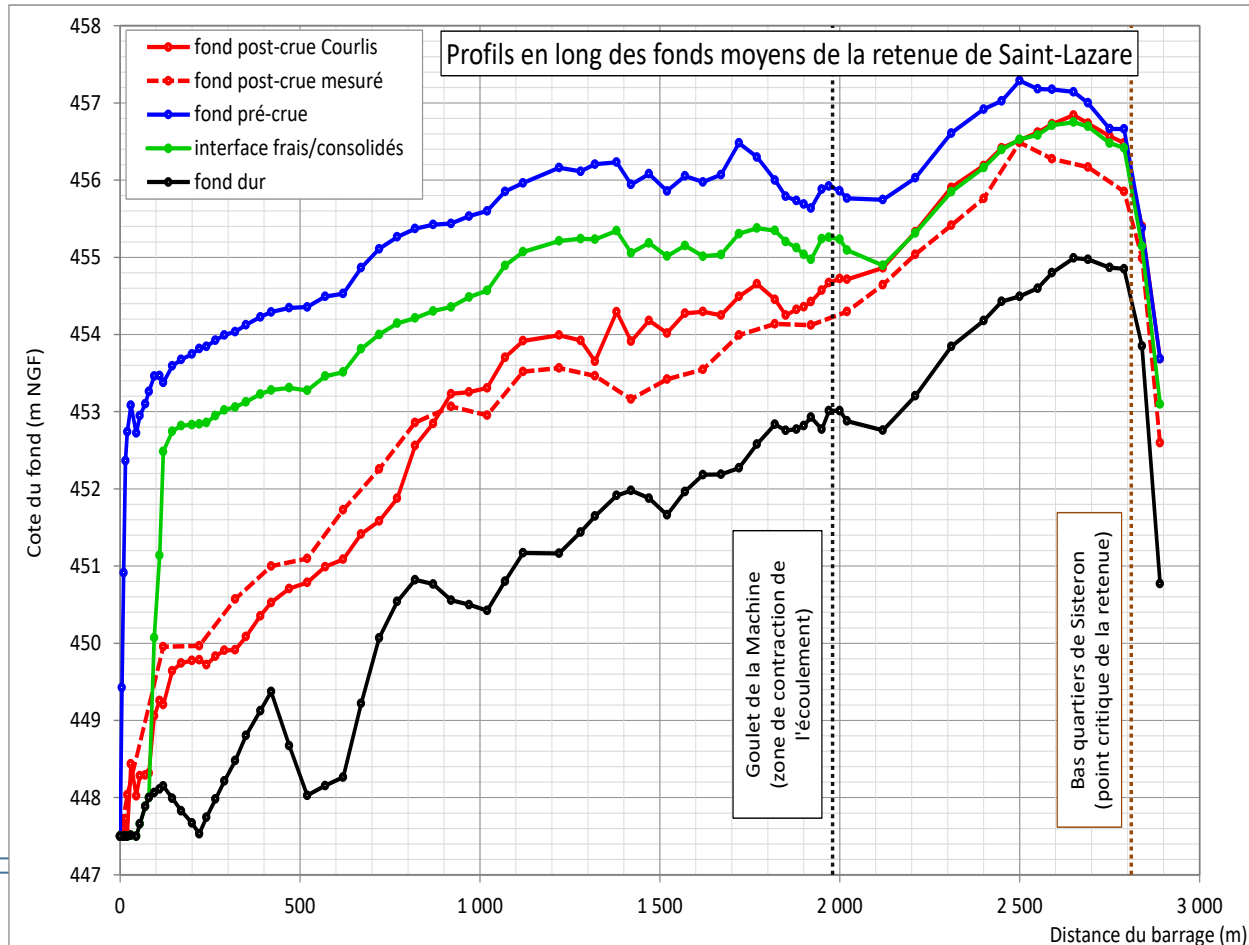
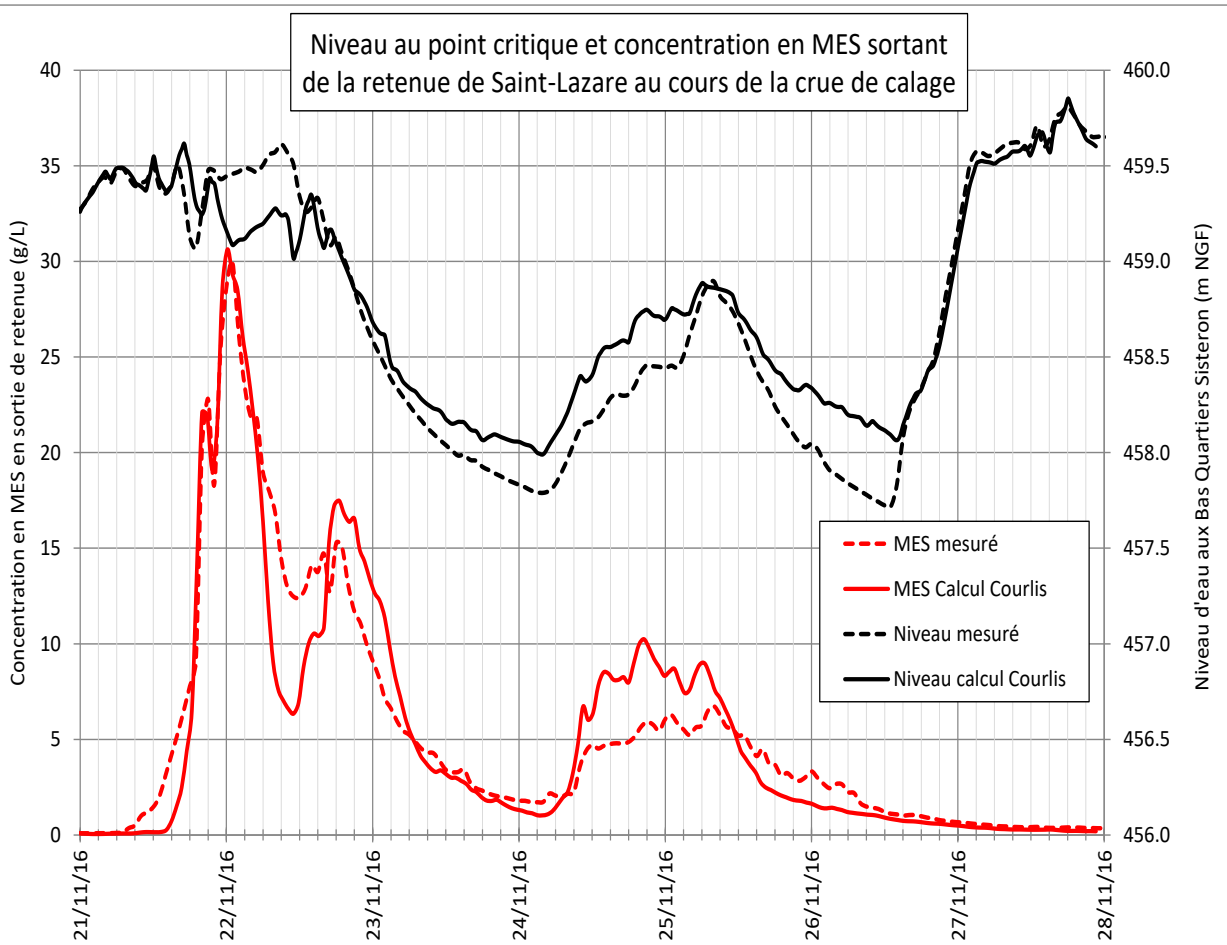


# 3. Construction et calage du modèle - Résultats

COURLIS permet de bien représenter à la fois le transport et l'évolution des fonds, avec un temps de calcul raisonnable

Résultats de calage cohérents entre le modèle de Saint-Lazare et celui de l'Escale

➔ Calage OK





# 4. Exploitation du modèle de St. Lazare

La phase de calage a mis en lumière :

- L'importance de la présence de la couche de sédiment frais dans la réponse du modèle, en concentration en particulier
- La difficulté à appréhender « a priori » cette réponse (concentration / localisation des érosions) en fonction des niveaux et des débits dans la retenue

Pour proposer des modes de gestions pertinents, il faut avant tout comprendre comment la retenue fonctionne

➔ Nécessité de simuler le comportement de la retenue en testant indépendamment des variations de débits et des abaissements, pour différents états d'envasement

# 4. Exploitation du modèle de St. Lazare

1 scénario type simplifié :

Phase 1 : Montée de débit puis stabilisation

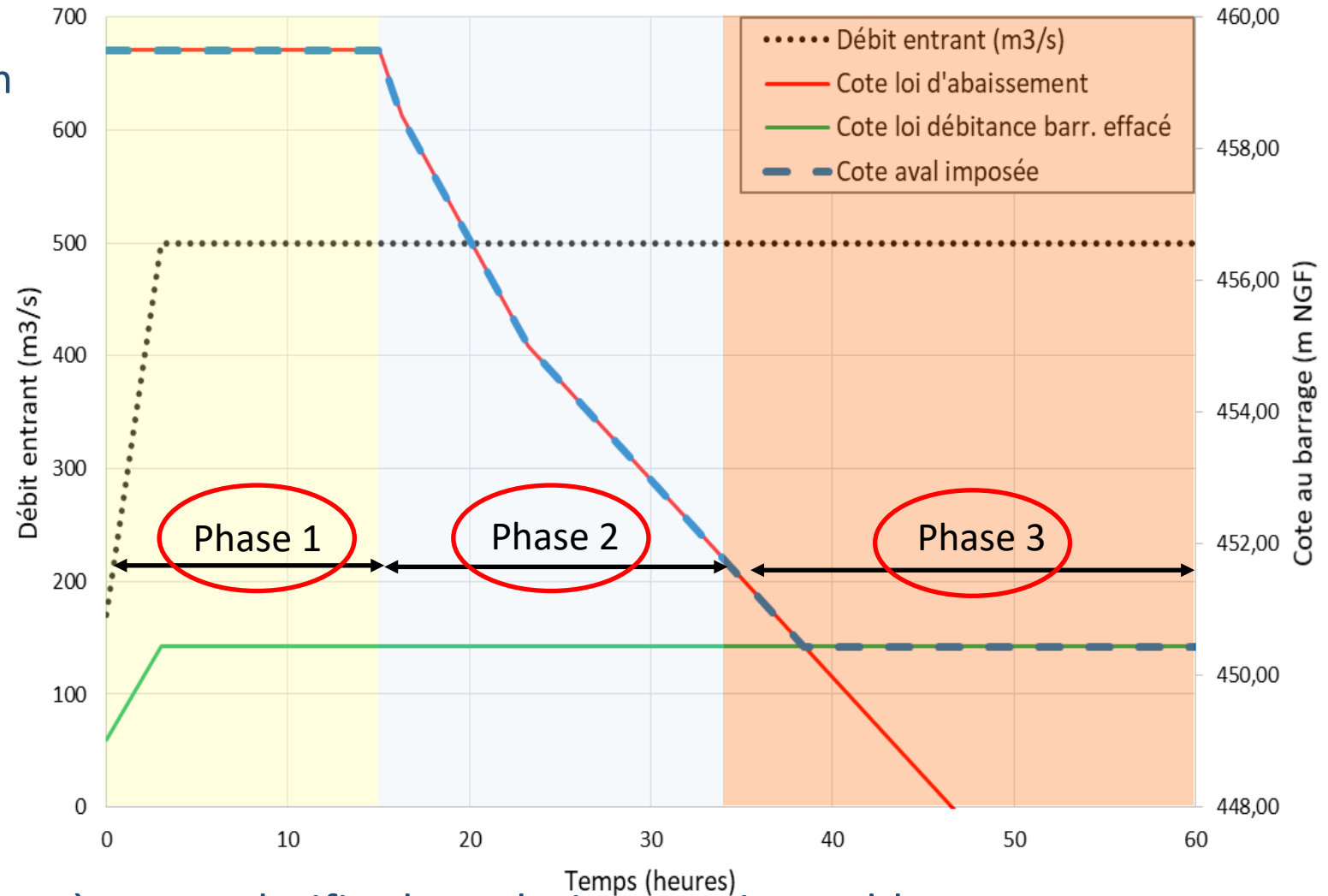
Phase 2 : Loi d'abaissement

Phase 3 : Effacement et maintien en écoulement libre

Tests « croisés » :

- Débits supports
- Abaissements :
  - Vitesses d'abaissement
  - Anticipation de l'abaissement
- Etats sédimentaires :
  - Fonds hauts avec sédiments frais
  - Fond hauts avec sédiments consolidés
  - Fonds bas

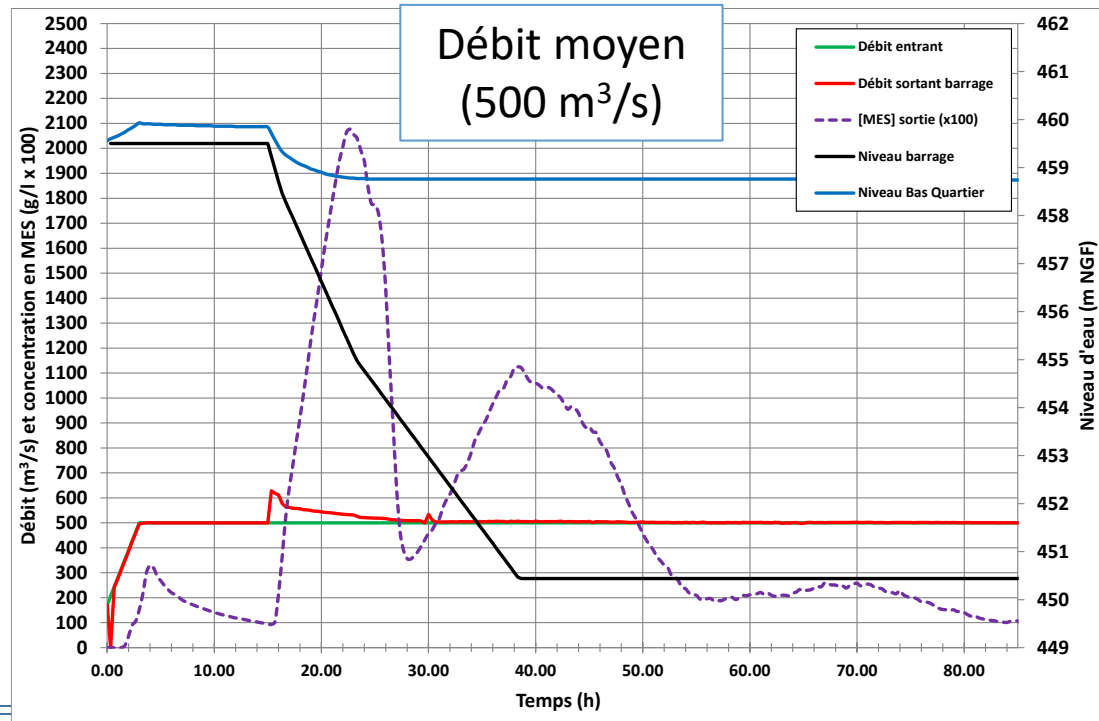
Une quarantaine de simulations pour appréhender l'impact de ces différents paramètres et clarifier les solutions envisageables



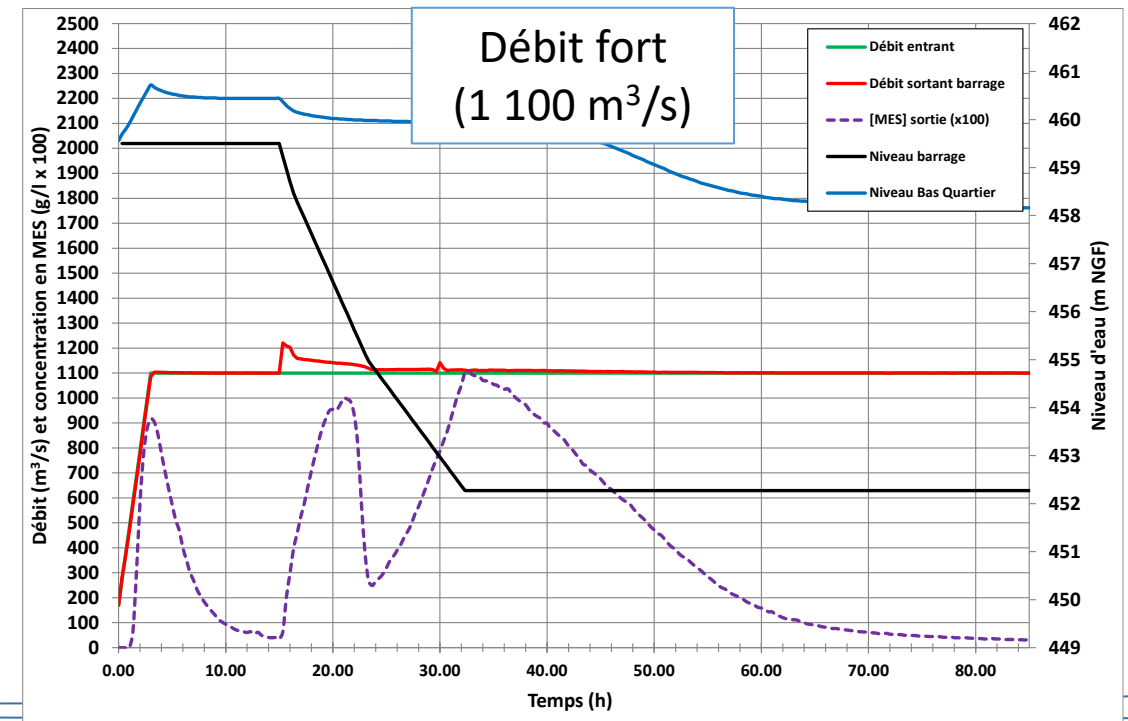
# 4. Exploitation du modèle de St. Lazare - Exemples

Impact du débit (fonds hauts ; abaissement rapide) :

- 3 pics de MES d'amplitudes différentes
- 2 premiers pics : érosion de la couche de sédiment frais
- Pouvoir érosif VS dilution : à débit faible l'érosion est moins forte, mais la concentration en pointe est plus élevée (dilution plus faible)
- Toute la masse « fraîche » est érodée dans les 2 cas (400 000 t  $\approx$  2 ans d'apport)
- Masse consolidée érodée : 400 000 t (500 m<sup>3</sup>/s) VS 1 000 000 t (1 100 m<sup>3</sup>/s)

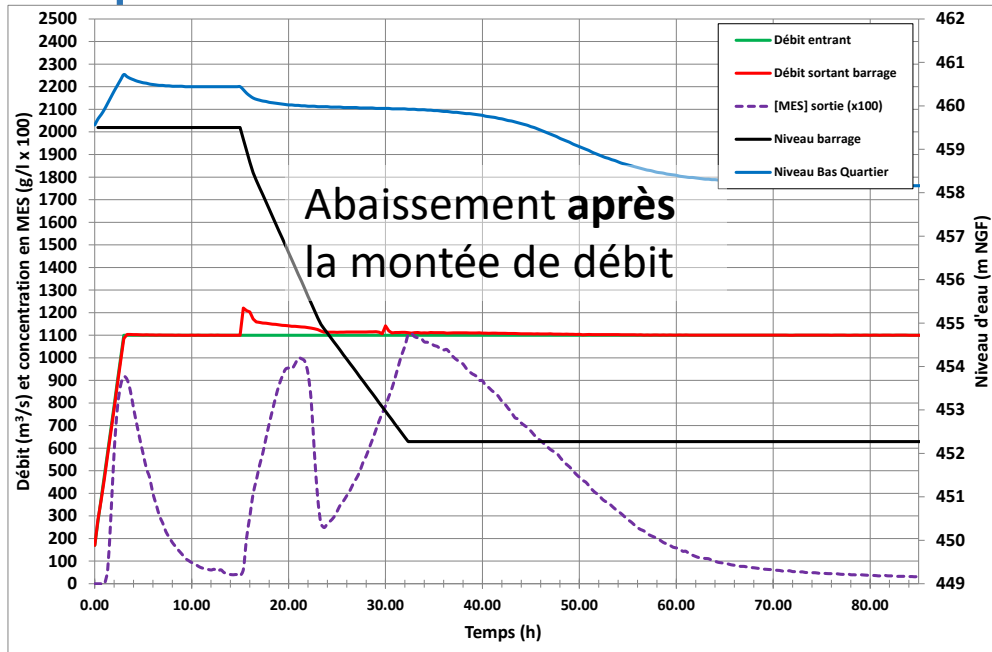


Modélisation hydrosédimentaire 1D : Retenue de Saint Lazare (Durance)



Colloque Transport sédimentaire : Rivières et Barrages réservoirs  
Saclay – 15 au 17 mars 2022

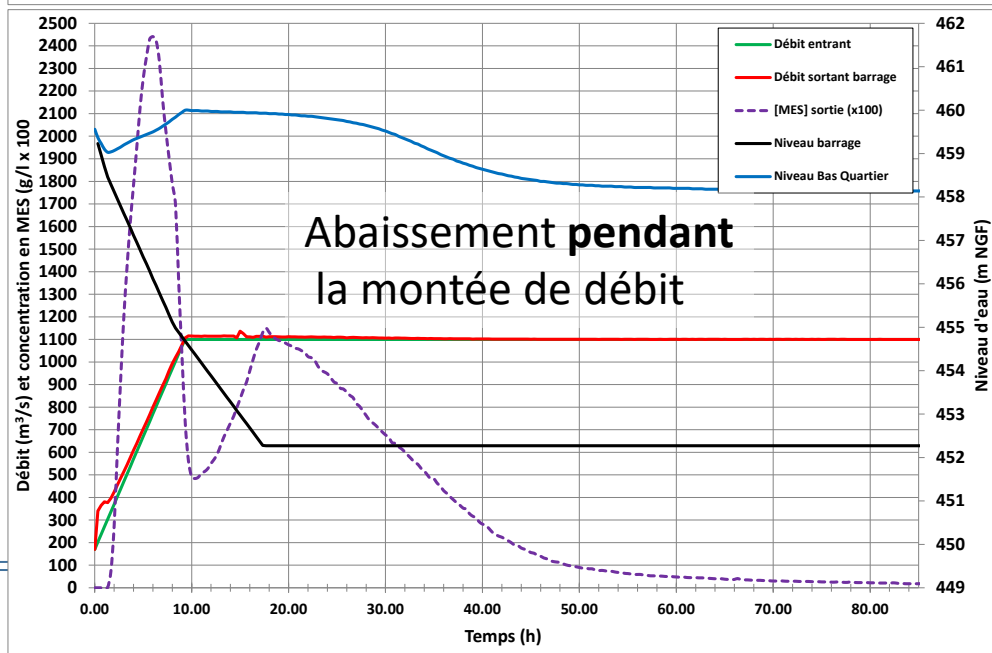
# 3. Exploitation du modèle de St. Lazare - Exemples



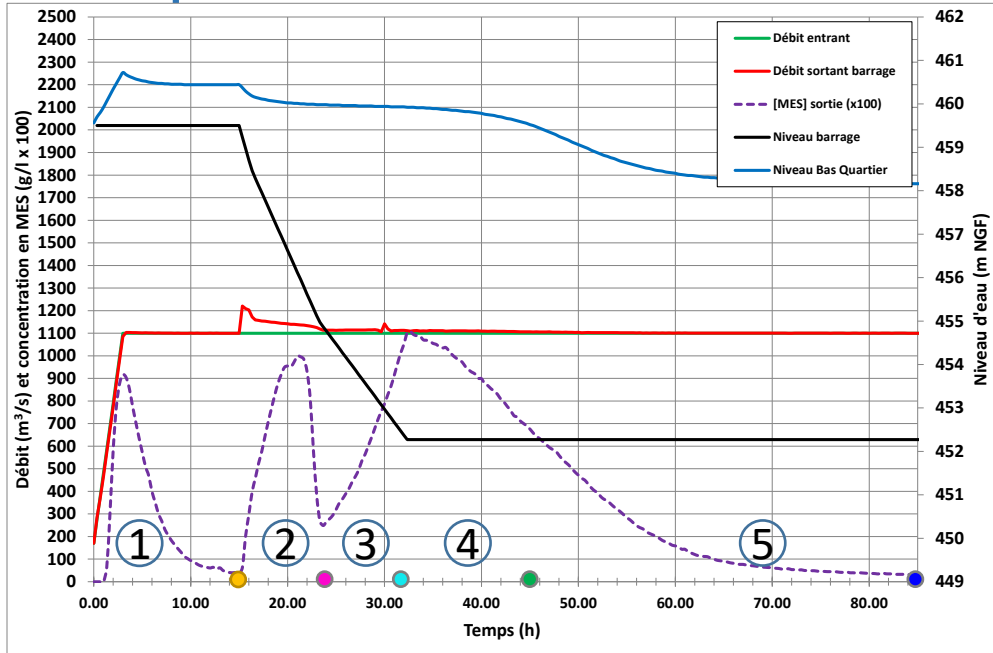
Impact d'un abaissement pendant l'augmentation de débit

- Accélération de l'érosion de la couche supérieure
- Somme des 2 premiers pics

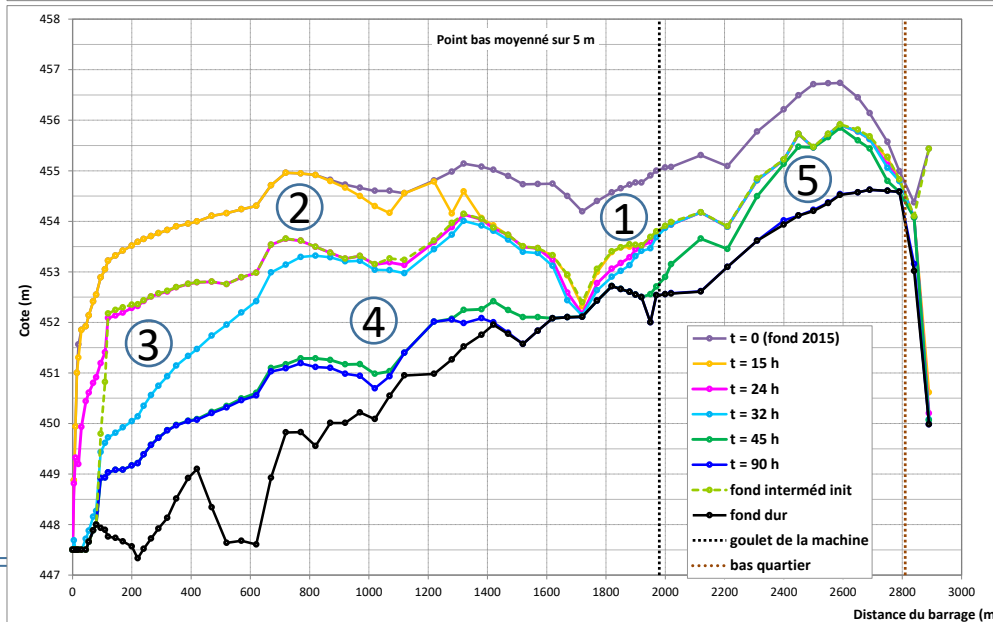
➔ Un abaissement en montée de crue, en cas de couche de sédiments frais significative générera un pic de MES important ➔ à éviter



# 3. Exploitation du modèle de St. Lazare - Exemples



- Localisation des zones d'érosion en fonction du temps :
- 1) Érosion de la couche fraîche amont, due à la montée de débit
  - 2) Erosion de la couche fraîche aval, due à l'abaissement
  - 3) Erosion de la couche consolidée aval, due à l'abaissement
  - 4 et 5) Erosion de la couche consolidée amont



1 à 2 = Erosion de la couche fraîche

3 à 5 = Erosion régressive de la couche consolidée

# 5. Synthèse et Perspectives

Le modèle COURLIS de la retenue de St. Lazare a pu être calé puis exploité pour mieux comprendre le fonctionnement hydrosédimentaire de la retenue en érosion, pour des sédiments fins cohésifs transportés par suspension

A partir de ces résultats, on pourra définir et tester différentes modalités d'abaissement, avec des événements hydrologiques réalistes, et compatibles avec le fonctionnement de la retenue de St. Lazare et ses enjeux sûreté et environnement

Un travail similaire devra être mené pour la retenue de l'Escale pour pouvoir, à terme, proposer une gestion coordonnée de ces 2 retenues optimisant le transit sédimentaire tout en maîtrisant le rejet aval de matières en suspensions

Merci de votre attention

