

Retours d'expériences de transits sédimentaires volontaires par les groupes

[Pierre-Yves COUZON \(EDF HYDRO CIH\)](#)



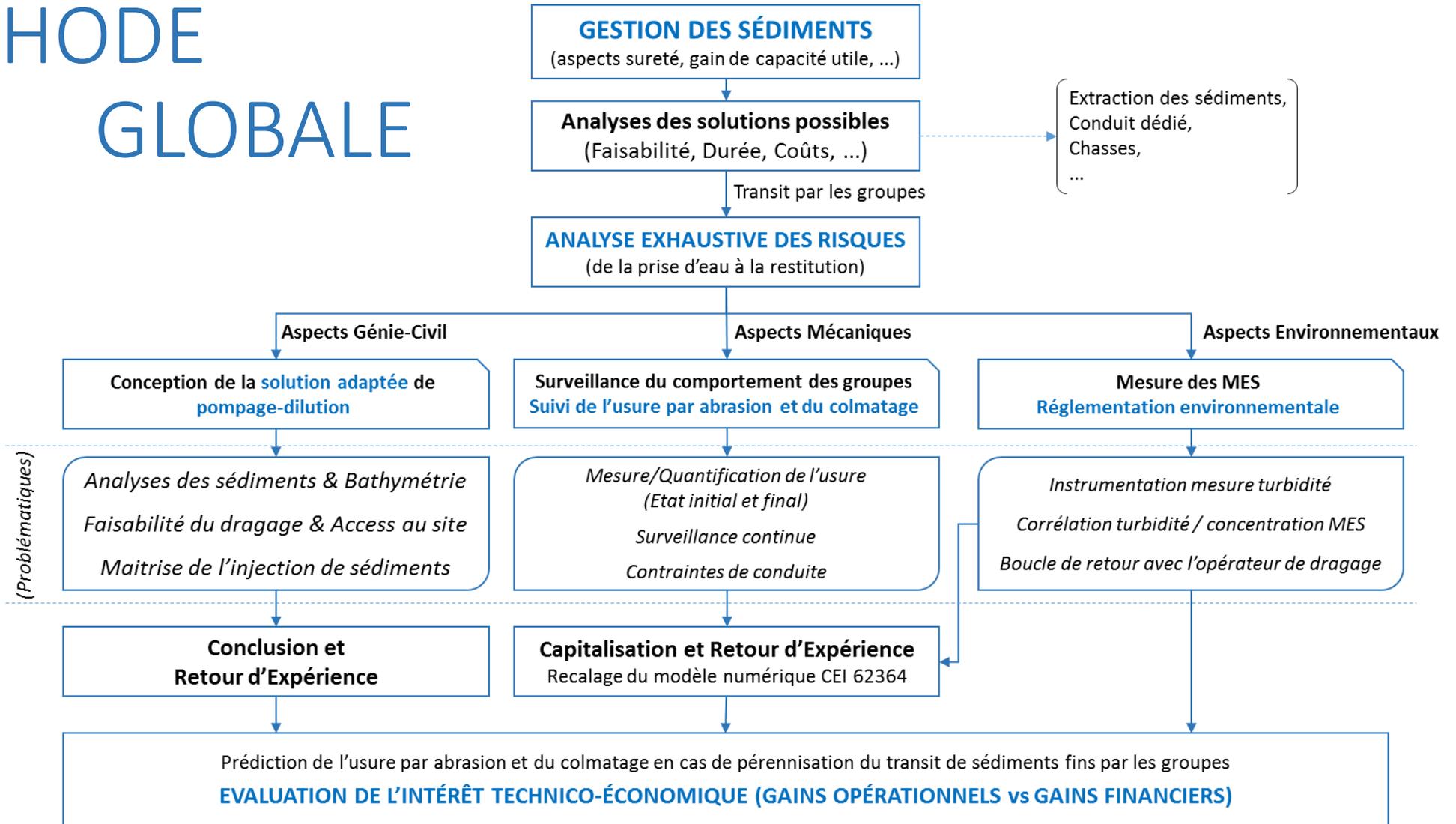
CONTEXTE

- ❑ Afin de garantir durablement le volume de stockage d'eau et sa capacité de production hydroélectrique, EDF HYDRO ALPES a sollicité le CIH pour trouver des solutions pérennes et fiables permettant de **gérer les sédiments** transitant ou stockés dans les réservoirs.
- ❑ **Challenges** : Limiter la perte de production
+ Respecter des contraintes environnementales
- ❑ Différentes solutions possibles, dont une *-particulièrement séduisante-* consistant à **injecter volontairement les sédiments au travers des groupes ...**
- ❑ **Contraintes** : Maitriser l'injection de sédiments
Quantifier l'impact machine
Limiter l'impact environnemental

SOMMAIRE

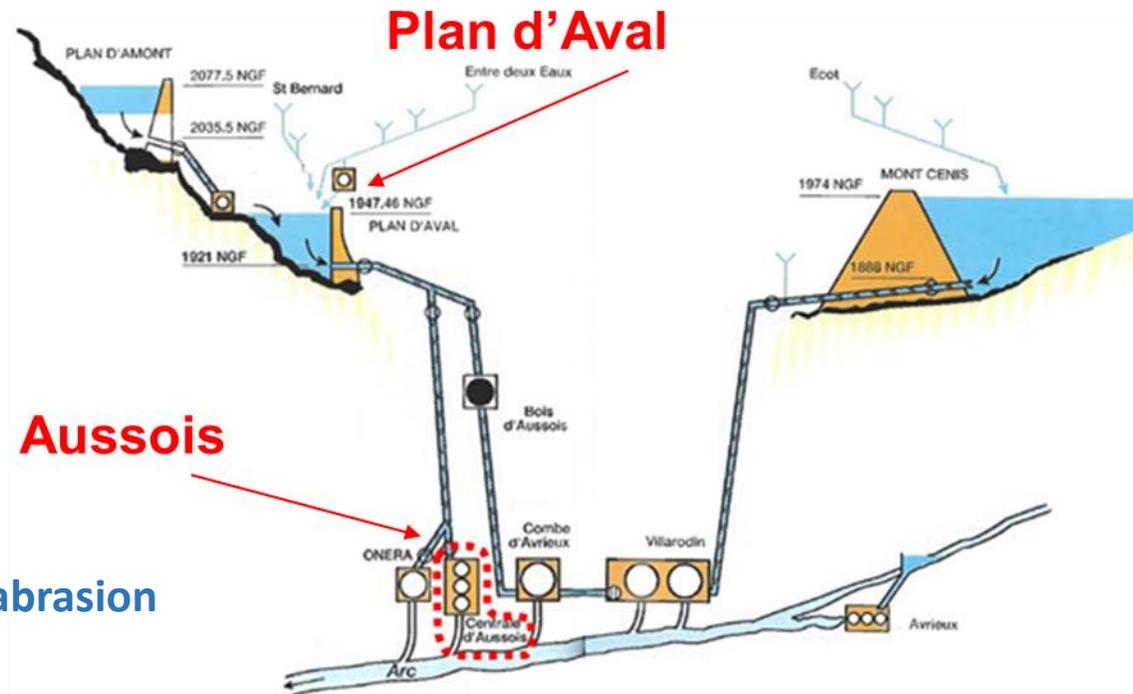
- ❑ **Méthode globale**
- ❑ **Premiers tests (Aussois 2017 / Le Cheylas 2018)**
- ❑ **Enseignements des premiers test**
- ❑ **Curage du Chambon (GU St Guillaume II)**
- ❑ **Résultats**
- ❑ **Synthèse du curage du Chambon**
- ❑ **Conclusions**

METHODE GLOBALE



PREMIERS TESTS

□ Aussois (2017)



Pas d'usure par abrasion constatée

Aussois

Plan d'Aval

Sédiments :

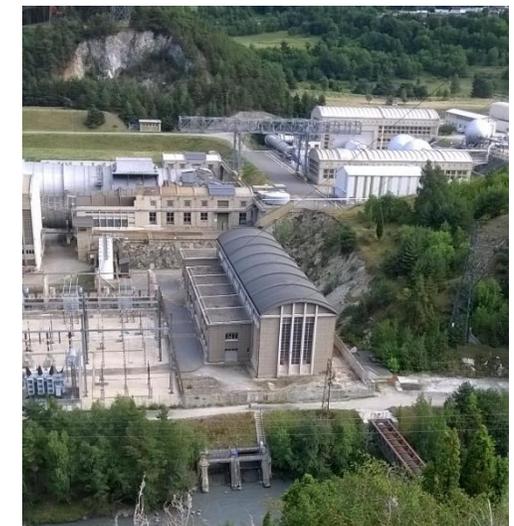
- 53% < 63 μm (fines)
- 90% < 1 mm

Composition minéralogique :

- 20% de quartz
- 10% de feldspaths
- Potentiel abrasive "faible"

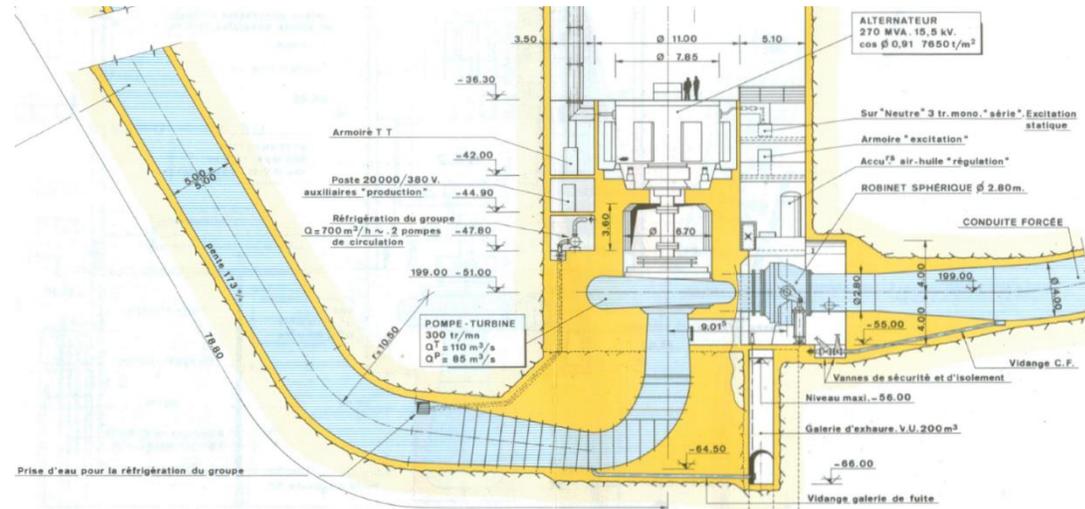
Caractéristiques :

- MES 1950
- 3 groupes Pelton
- **860 m** de chute
- $Q_{\text{groupe}} = 4 \text{ m}^3/\text{s}$
- $P_{\text{groupe}} = 30 \text{ MW}$



PREMIERS TESTS

STEP du Cheylas (2018)



Caractéristiques :

- MES 1980
- 2 turbines-pompes
- 253 m de chute
- $Q_{\text{groupe}} = 95-110 \text{ m}^3/\text{s}$
- $P_{\text{groupe}} = 250 \text{ MW}$

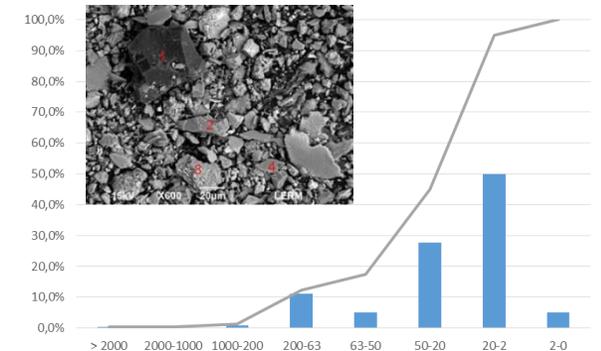
Sédiments :

- 55% < 20 μm (fines)
- 90% < 150 μm

Composition minéralogique :

- 30% de quartz
- 22% de feldspaths
- Potentiel abrasif sensible

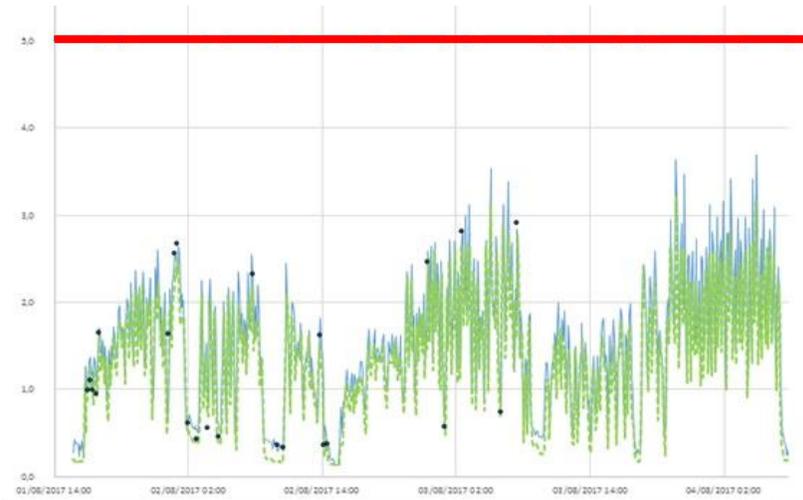
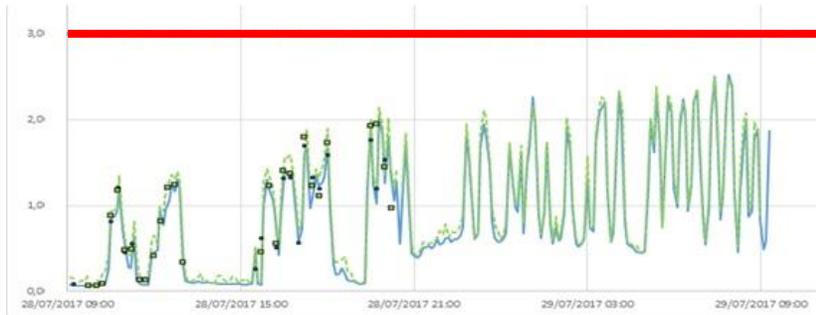
Pas d'usure par abrasion constatée
mais nombreux problèmes de colmatage remontés



ENSEIGNEMENT DES PREMIERS TESTS

□ Aussois

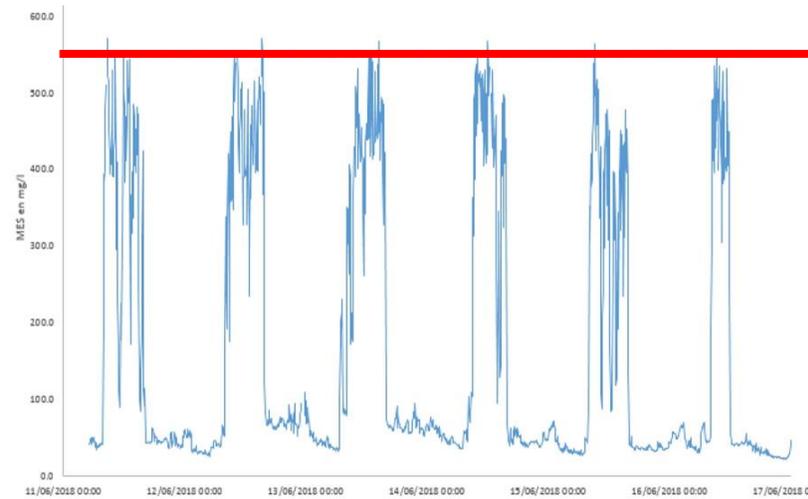
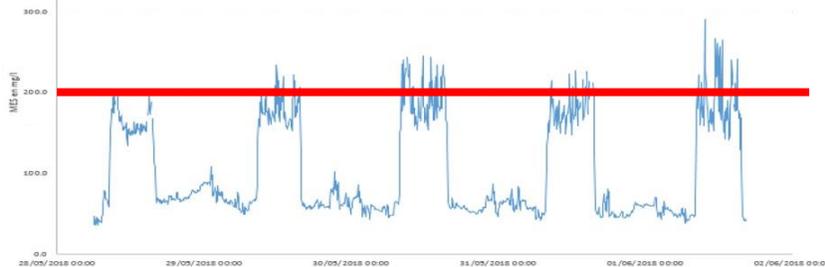
↪ 30% du volume cible soit 1600 t



↪ **CHALLENGE
A
L'INJECTION ...**

□ Le Cheylas

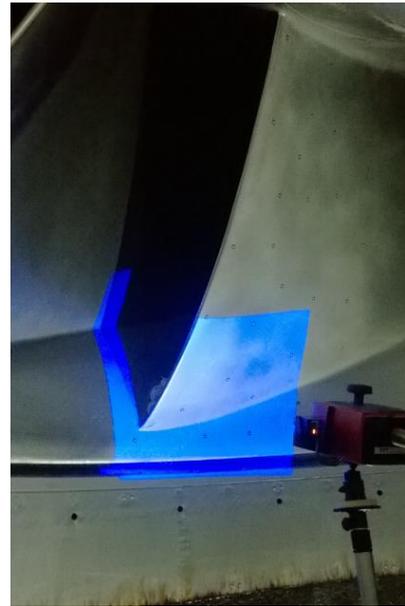
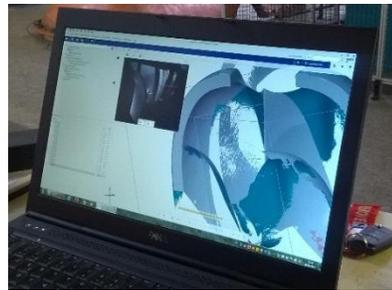
↪ Volume cible injecté soit 12000 t



Variations fortes de
+/- 50% autour de la
concentration cible

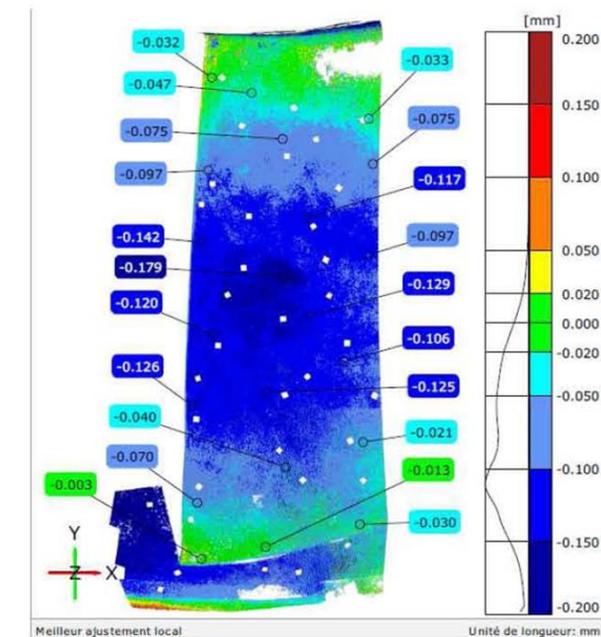
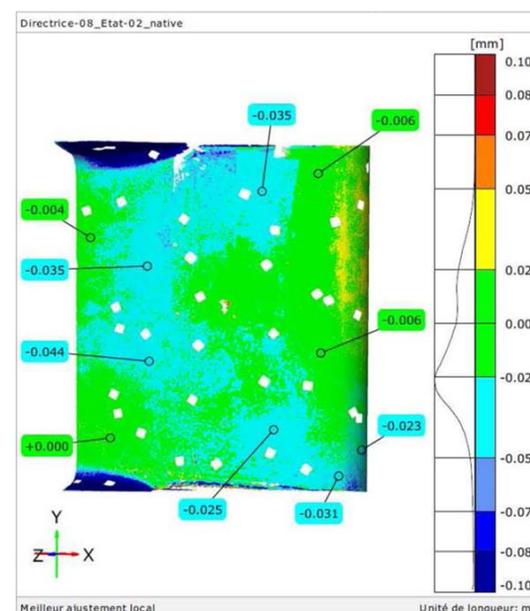
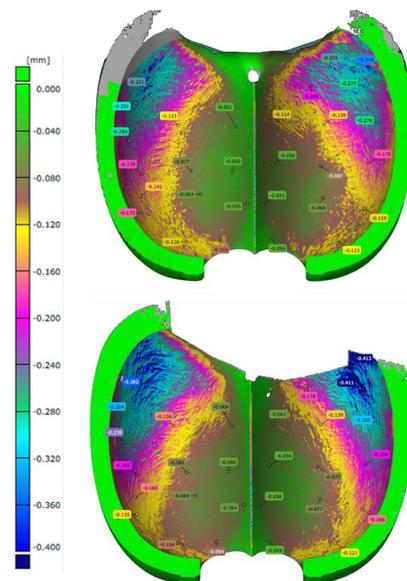
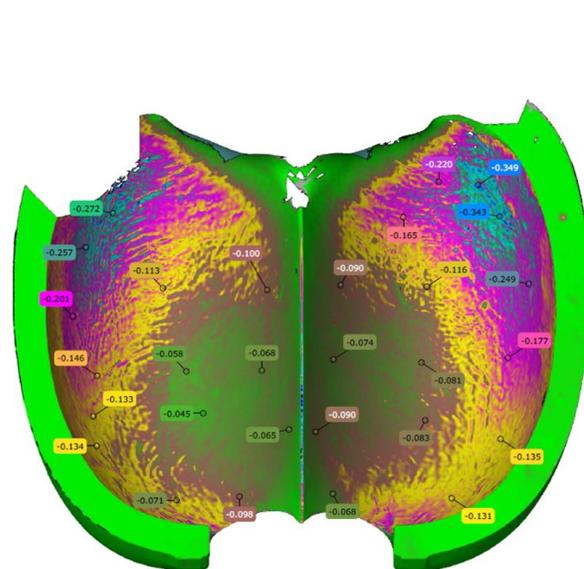
ENSEIGNEMENT DES PREMIERS TESTS

- ↪ Mise en place d'un suivi en temps réel pour le comportement des groupes
- ↪ Mise en œuvre d'une méthode de quantification des usures (photogrammétrie à lumière texturée)



ENSEIGNEMENT DES PREMIERS TESTS

↳ Le transit volontaire et continu de sédiments même *fins* et « *peu* » *abrasifs* présente un **risque avéré d'usure** accélérée des groupes



ENSEIGNEMENT DES PREMIERS TESTS

↪ Recalage de la formulation du **Taux d'usure** (CEI 62364)

Vitesse caractéristique

Taux d'usure

3,4

Facteur de résistance du matériau

Coefficient d'écoulement

$$S = W^\alpha \times PL \times K_m \times \frac{K_f}{RS^p}$$

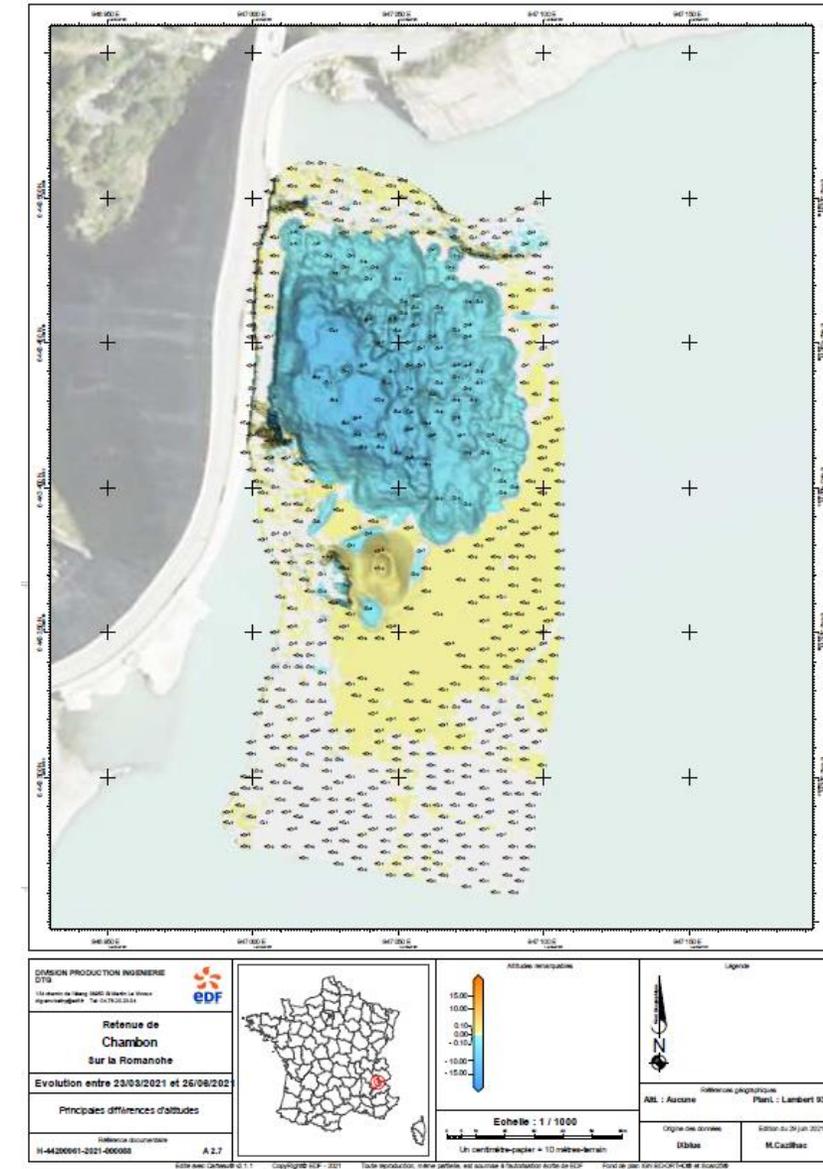
Dimension "caractéristique"

Charge en particules :
(→ concentration en MES et des caractéristiques des composants)

$$PL = \int_0^T C(t) \times K_{taille}(t) \times K_{forme}(t) \times K_{dureté}(t) \times dt$$

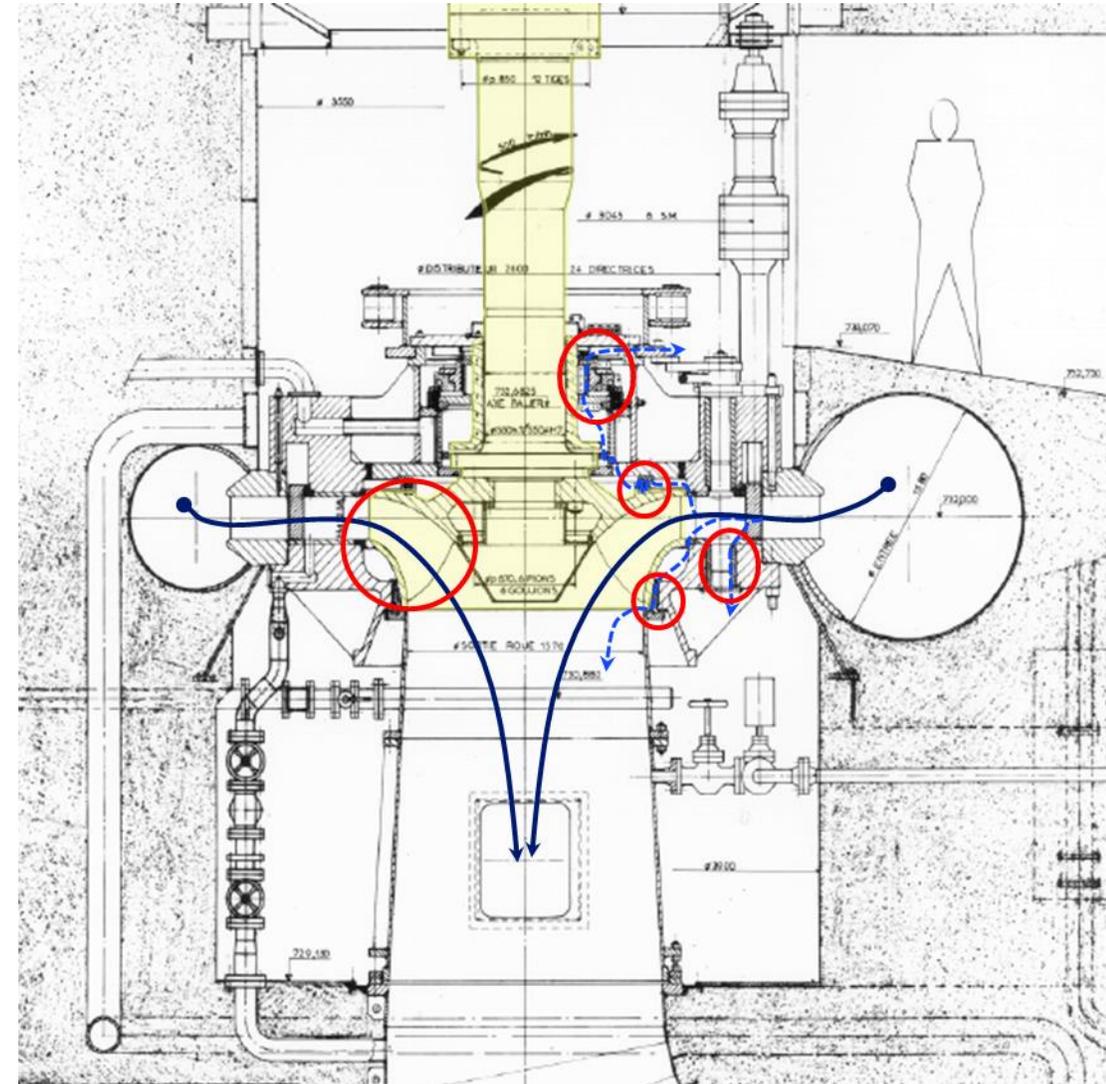
CURAGE DU CHAMBON (2021)

- ❑ Objectif : Dégager la VdF de la retenue du Chambon
- ❑ Volume estimés à 40 000 m³ de sédiments fins
- ❑ Contraintes fortes :
 - Hydrologie (=> période de curage courte)
 - Environnement
 - Protection des deux groupes de St Guillerme II



GU de St GUILLERME II

- ❑ Deux groupes FRANCIS de 90 MW, sous 250 m de chute, débit 22,5 m³/s
- ❑ Aucune usure constatée mais un REX négatif ...
- ❑ Contraintes :
 - Concentration moyenne 0,7 g/l (+/- 50%)
 - Criblage des sédiments à 1 mm
 - Deux groupes fonctionnant à Pmax
 - Rinçage du circuit à chaque fin de cycle
 - Arrêt du transit si perte de rendement > 2%

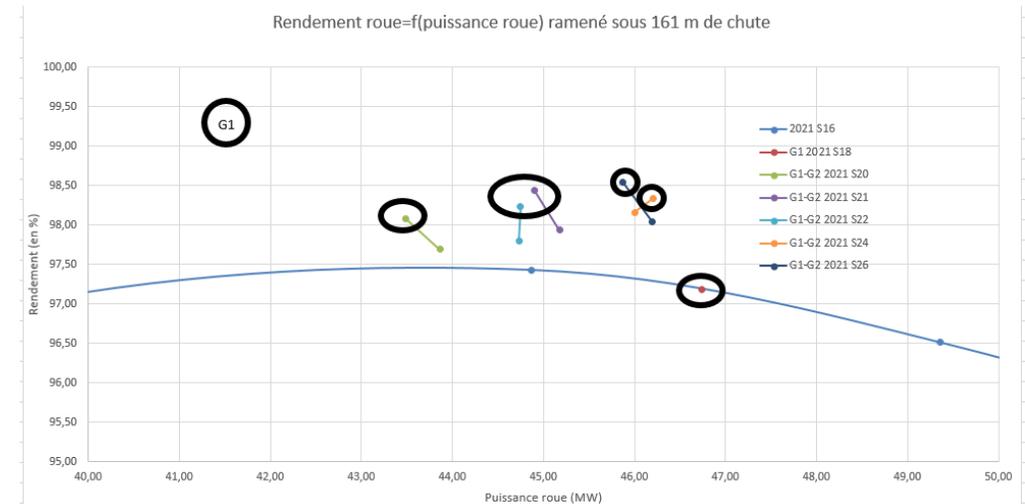
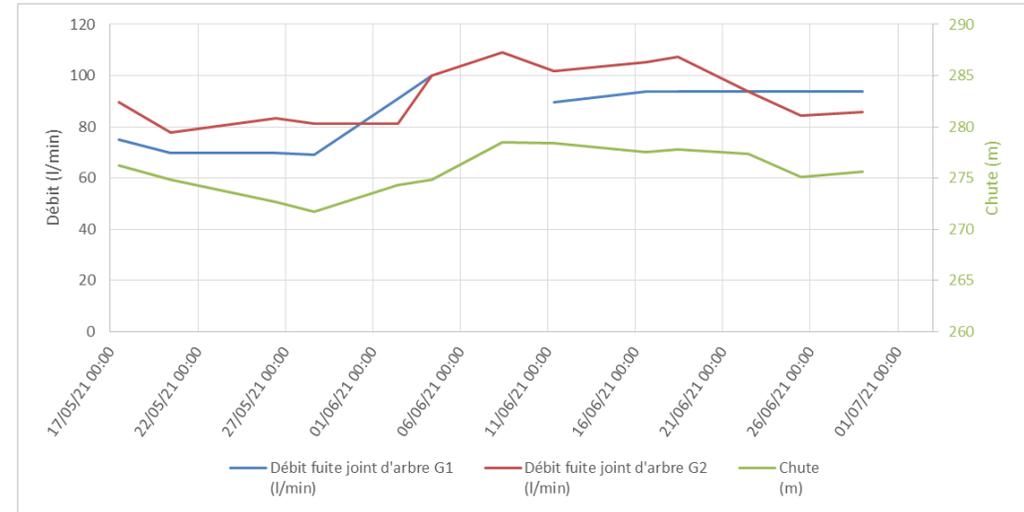


RESULTATS

☐ Pas d'augmentation des fuites



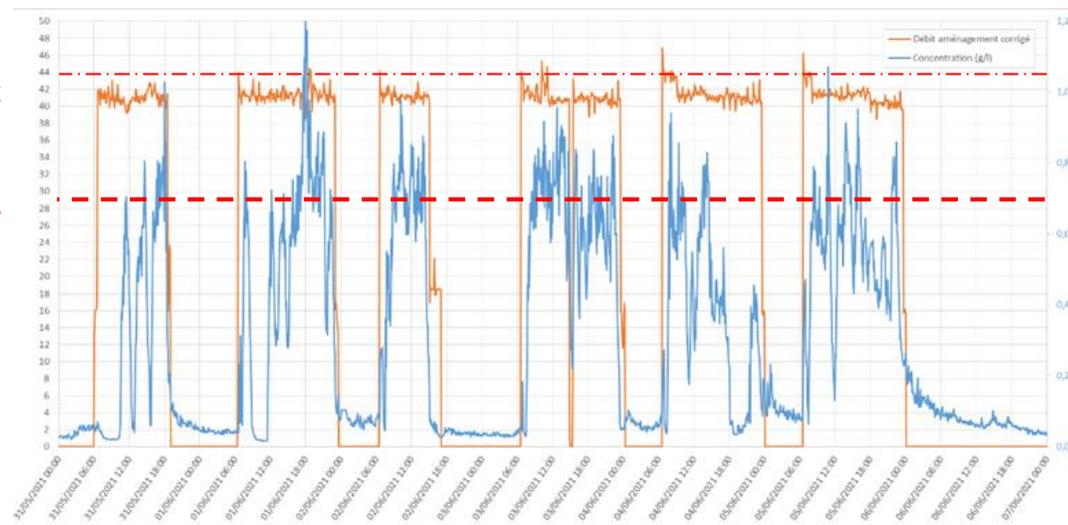
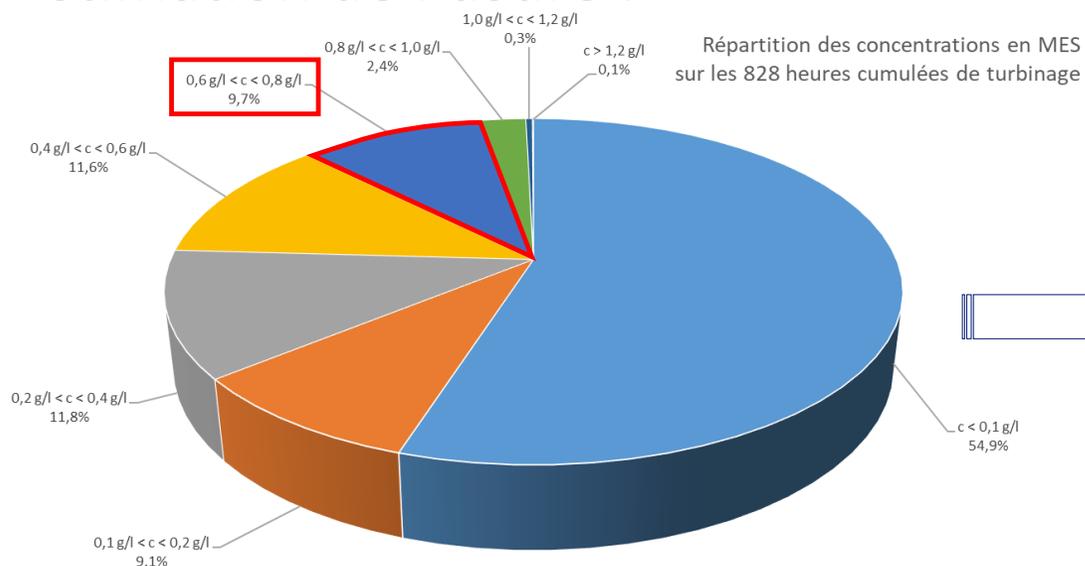
☐ Pas de perte de rendement
 $P_{active} = f(H, Q)$



RESULTATS

☐ Respect des critères de concentration moyen et max dans les groupes

☐ Estimation de l'usure :

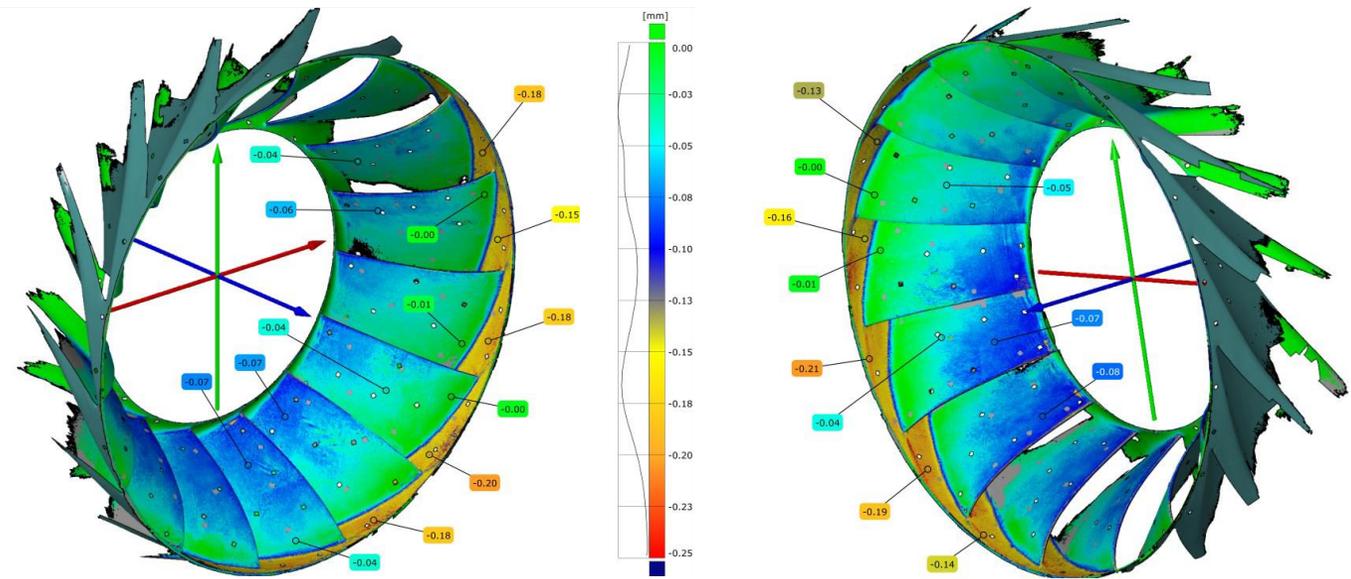
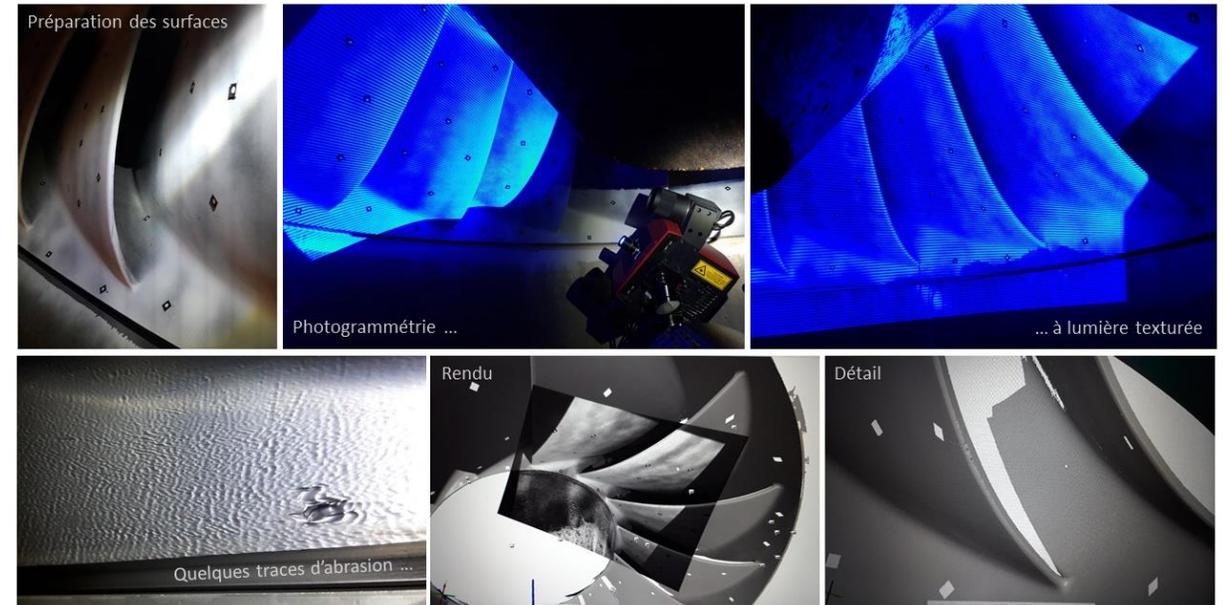


Zones sensibles à l'abrasion

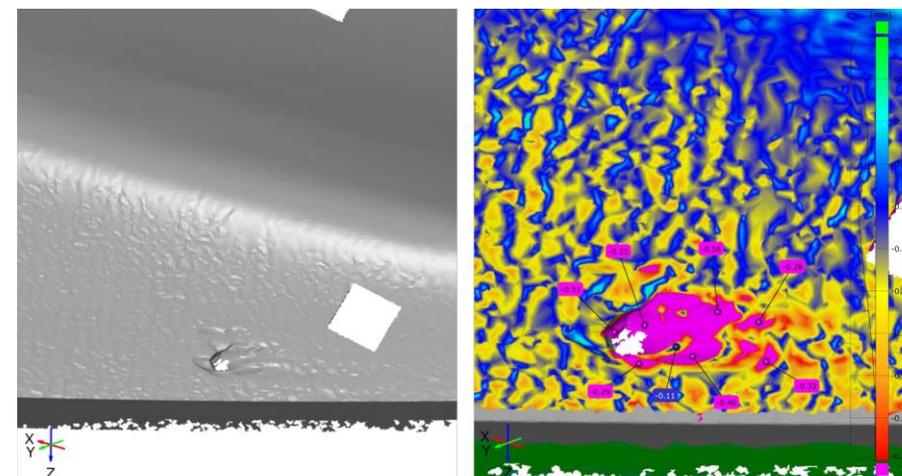
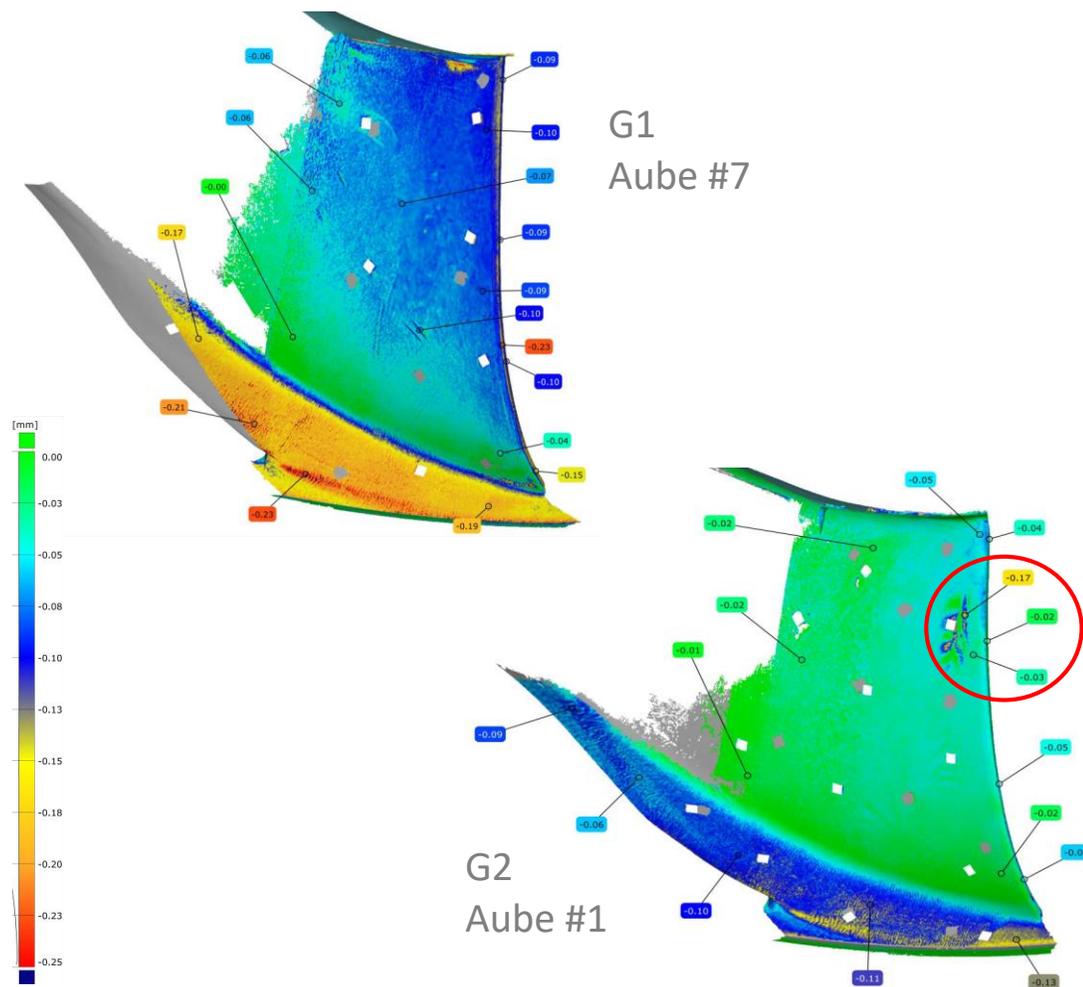
	p	S mm	écart-types %	S _{mini} mm	S _{maxi} mm
Directrices	0,75	0,29	42%	[0,2 ; 0,4]	
Plaques d'usure	0,75	0,24	38%	[0,1 ; 0,3]	
Entrée de roue	0,75	0,25	26%	[0,2 ; 0,3]	
Sortie de roue	0,25	0,22	41%	[0,1 ; 0,3]	
Labyrinthes	0,25	0,16	30%	[0,1 ; 0,2]	

RESULTATS

- ☐ Mesures par photogrammétrie à lumière texturée
- ☐ Point 0 : 17-18 mars 2021
Point 1 : 28-29 juillet 2021
- ☐ Pertes d'épaisseur faibles



RESULTATS (DETAILS)



SYNTHESE CURAGE DU CHAMBON

- ❑ **USURES FAIBLES et CONTENUES** des groupes de St Guillerme II grâce à :
 - ✓ la maitrise de la concentration des sédiments à l'injection
 - ✓ des contraintes strictes d'exploitation (Q Max, rinçage, ...)
 - ✓ un suivi des paramètres en temps réel

- ❑ **Le succès de cette opération repose sur la préparation, les compétences et la coordination (CIH-AMOA) d'un panel important d'acteurs :**
 - ✓ L'exploitant
 - ✓ Le service de surveillance en exploitation (CREEX)
 - ✓ L'ingénierie (DTG + CIH)
 - ✓ Le prestataire de curage (VCMF)

CONCLUSIONS

- ❑ Le transit sédimentaire **volontaire** par les groupes est une solution possible permettant d'**assurer la continuité du transit sédimentaire** des bassins et cours d'eau exploités

- ❑ **L'opération n'est pas sans risque** (usure accélérée des moyens de production) :
 - ✓ L'**impact technico-économique** doit être étudié en amont
 - ✓ Requiert la **coordination et la collaboration** des acteurs de l'opération

- ❑ EDF a mis au point une **méthode complète** permettant :
 - ✓ L'**analyse exhaustive des risques** et la mise en place des **parades adéquates** permettant de sécuriser l'opération
 - ✓ La **maitrise du procédé** (complexe) dans sa globalité
 - ✓ La **capitalisation** des retours d'expérience

MERCI pour votre attention

Pour tout renseignement complémentaire

pierre-yves.couzon@edf.fr