

Accorgimenti tecnici per la costruzione e la manutenzione dei bacini di piccole medie-dimensioni in aree montane e collinari

Mesures techniques pour la conception, construction et l'entretien de réservoirs de petite et moyenne taille dans les régions de montagne et collinaires



Laurent PEYRAS - INRAE

Schema di presentazione / *Plan de la présentation*

- 1) Durabilità e prestazioni delle barriere di geomembrane in relazione ai cambiamenti climatici / *Durabilité et performance des barrages à masque avec géomembrane en lien avec le changement climatique*
- 2) Studio del trasporto dei sedimenti nei bacini artificiali / *Etude du transport de sédiments dans les retenues*
- 3) Metodologia per la valutazione dell'intensità del trasporto di sedimenti da parte di un'onda di cedimento della diga e dei rischi associati / *Méthodologie pour évaluer l'intensité du transport de sédiments par l'onde de rupture d'un barrage et les risques associés*

Attività 3.2 : studio della durabilità e della resistenza meccanica dei sistemi di impermeabilizzazione in geomembrana dei bacini

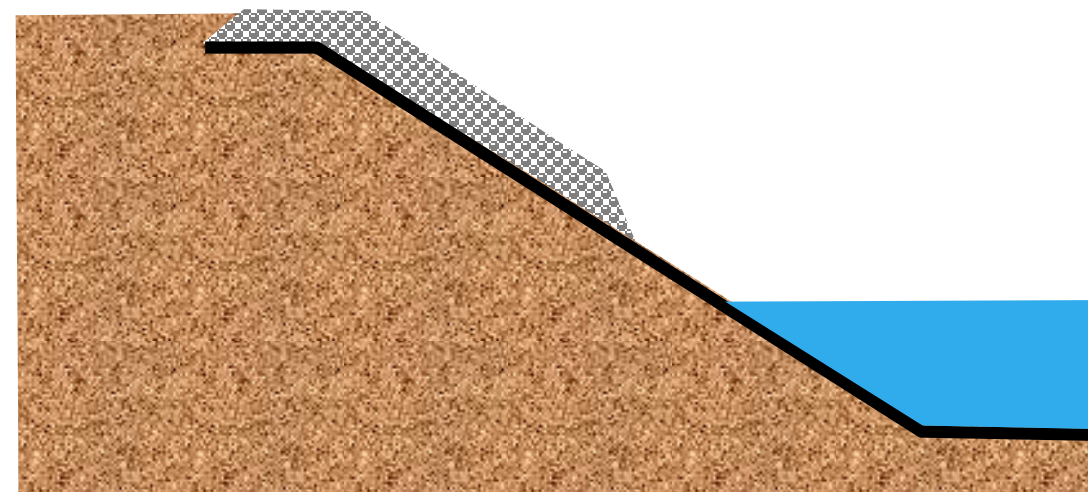
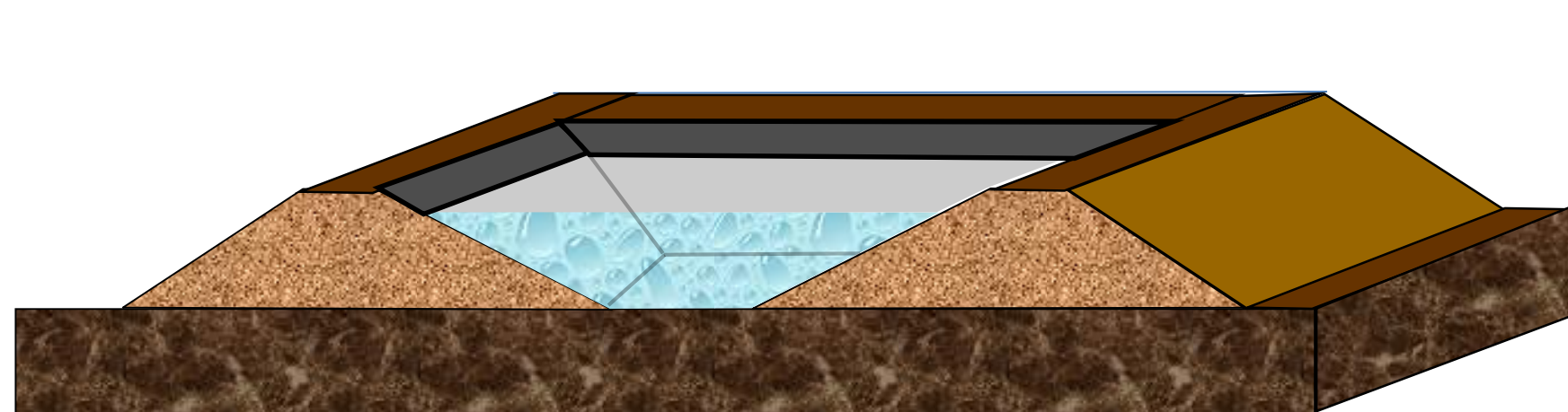
in presenza di sollecitazioni climatiche estreme legate agli effetti del cambiamento climatico



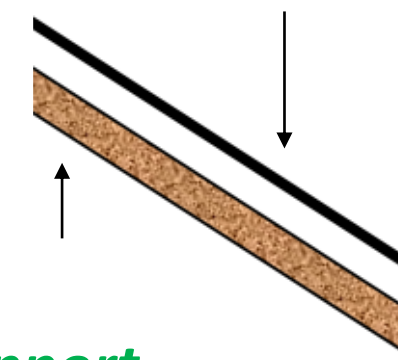
Activité 3.2 : Etude de la durabilité et de la résistance mécanique des masques étanches en géomembrane des retenues sous sollicitations climatiques extrêmes liées aux effets des changements climatiques

Dispositivi di impermeabilizzazione a geomembrana (DIG) studiato : DIG strato di pietra nella parte superiore della diga

Dispositifs d'étanchéité par géomembrane (DEG) étudié : DEG avec géomembrane exposée (ou DEG semi recouvert)



Géomembrane (GM)
Geomembrana (GM)



Sol support
Terreno di appoggio

Illustration / *Illustrazione*



Retenue Grantesta (photo G.Stoltz)

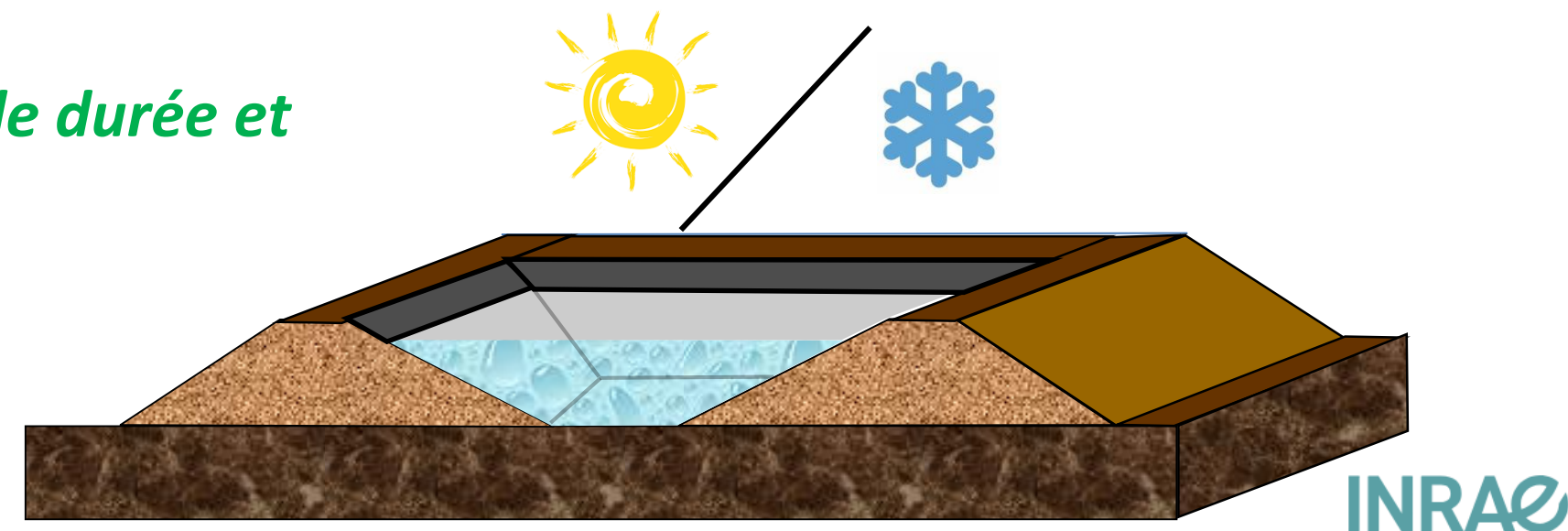
Dighe in alta quota Grantesta (Foto G.Stoltz)

Attività 3.2 : studio della durabilità e della resistenza meccanica dei sistemi di impermeabilizzazione in geomembrana dei bacini in presenza di sollecitazioni climatiche estreme legate agli effetti del cambiamento climatico

Activité 3.2 : Etude de la durabilité et de la résistance mécanique des masques étanches en géomembrane des retenues sous sollicitations climatiques extrêmes liées aux effets des changements climatiques

Effetti del cambiamento climatico *Effets du changement climatique*

- Aumento delle ampiezze termiche sulla geomembrana DIG
- *Augmentation des amplitudes thermiques sur la géomembrane du DEG*
- Aumento dell'intensità dei periodi caldi in termini di durata e temperatura massima
- *Augmentation de l'intensité des périodes chaudes en terme de durée et de température maximale*



Attività 3.2 : studio della durabilità e della resistenza meccanica dei sistemi di impermeabilizzazione in geomembrana dei bacini in presenza di sollecitazioni climatiche estreme legate agli effetti del cambiamento climatico



Activité 3.2 : Etude de la durabilité et de la résistance mécanique des masques étanches en géomembrane des retenues sous sollicitations climatiques extrêmes liées aux effets des changements climatiques

Obiettivo del WP 3.2 / *Objectif du WP 3.2 :*

- Valutare l'impatto del cambiamento climatico sui dispositivi di impermeabilizzazione a geomembrana (DIG)
- *Evaluer l'impact du changement climatique sur les dispositifs d'étanchéité par géomembranes DEG*

Risorse per del WP 3.2 / *Moyens pour le WP 3.2 :*

- Tesi di dottorato in corso su questo WP 3.2 : Studio sperimentale e numerico della stabilità in pendenza di dispositivi di impermeabilizzazione a geomembrana (DIG) integrando l'effetto della temperatura
- *Thèse de doctorat en cours sur ce WP 3.2 : Etude expérimentale et numérique de la stabilité sur pente des dispositifs d'étanchéité par géomembrane (DEG) intégrant l'effet de la température*

Attività 3.2 : studio della durabilità e della resistenza meccanica dei sistemi di impermeabilizzazione in geomembrana dei bacini

in presenza di sollecitazioni climatiche estreme legate agli effetti del cambiamento climatico



Activité 3.2 : Etude de la durabilité et de la résistance mécanique des masques étanches en géomembrane des retenues sous sollicitations climatiques extrêmes liées aux effets des changements climatiques

Campagna sperimentale per valutare l'impatto della temperatura sul comportamento meccanico di una geomembrana

Campagne expérimentale pour évaluer l'impact de cycles de température sur le comportement mécanique d'une géomembrane

Utilizzo di una macchina di trazione/compressione dotata di cabina termica (-20°C/+50 °C)

Utilisation d'une machine de traction/compression équipée d'une enceinte thermique (-20°C/+50 °C)



Campagna sperimentale per valutare l'impatto dell'esposizione ai raggi UV ad alte temperature sulla durabilità di una geomembrana

Campagne expérimentale pour évaluer l'impact de l'exposition aux UV sous température élevée sur la durabilité d'une géomembrane

Utilizzo di una camera di invecchiamento UV

Utilisation d'une enceinte de vieillissement aux UV



Attività 3.2 : studio della durabilità e della resistenza meccanica dei sistemi di impermeabilizzazione in geomembrana dei bacini



in presenza di sollecitazioni climatiche estreme legate agli effetti del cambiamento climatico

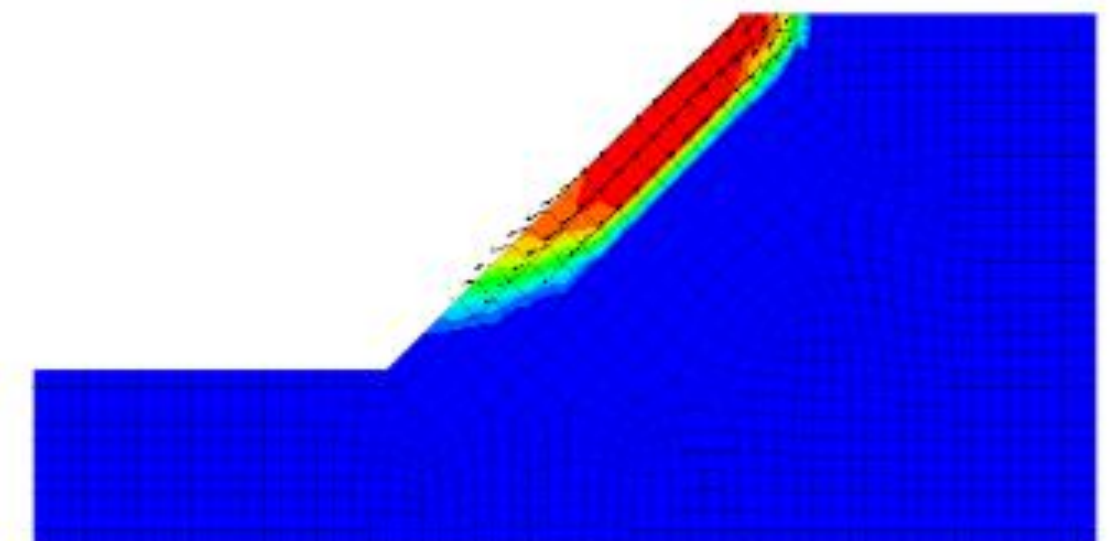
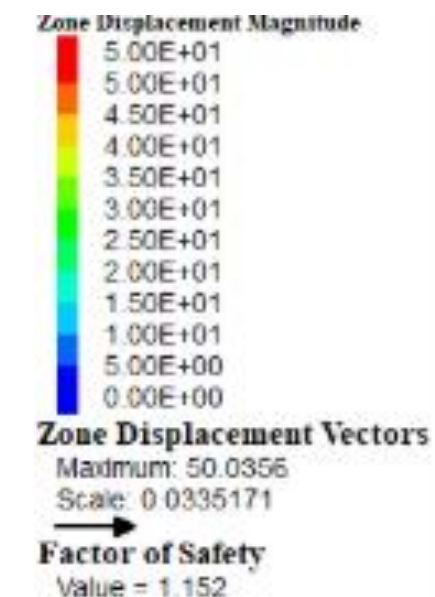
*Activité 3.2 : Etude de la durabilité et de la résistance mécanique des masques étanches en géomembrane
des retenues sous sollicitations climatiques extrêmes liées aux effets des changements climatiques*

Modellazione delle deformazioni delle geomembrane indotte da cicli termici

Modélisation des déformations de la géomembrane induites par des cycles thermiques

Utilizzo di software di modellazione ad elementi discreti

Utilisation d'un logiciel de modélisation par éléments discrets



Activité 4.2 : Etude du transport de sédiments dans les retenues

Attività 4.2 : Studio del trasporto dei sedimenti nei bacini artificiali

Contexte :

- *Pendant les crues dans les torrents et rivières des Alpes en France et Italie, le transport de sédiment peut être très important.*
- *Les lacs naturels et artificiels sont des zones de dépôts des sédiments fins et grossiers.*

Contesto:

- Durante le piene dei torrenti e dei fiumi nelle Alpi in Francia e in Italia, il trasporto di sedimenti può essere molto significativo.
- I laghi naturali e artificiali sono aree di deposito di sedimenti fini e grossolani.



Activité 4.2 : Etude du transport de sédiments dans les retenues

Attività 4.2 : Studio del trasporto dei sedimenti nei bacini artificiali

Le transport des sédiments impacte les retenues :

- *Accumulation de sédiments : réduction de la durée de vie de l'ouvrage*
- *Erosion de berge : apport de bois flottants*
- *Dépôt de sédiment et obstruction par les bois flottants : rehausse des lignes d'eau en crue*

Il trasporto di sedimenti ha un impatto sui bacini artificiali:

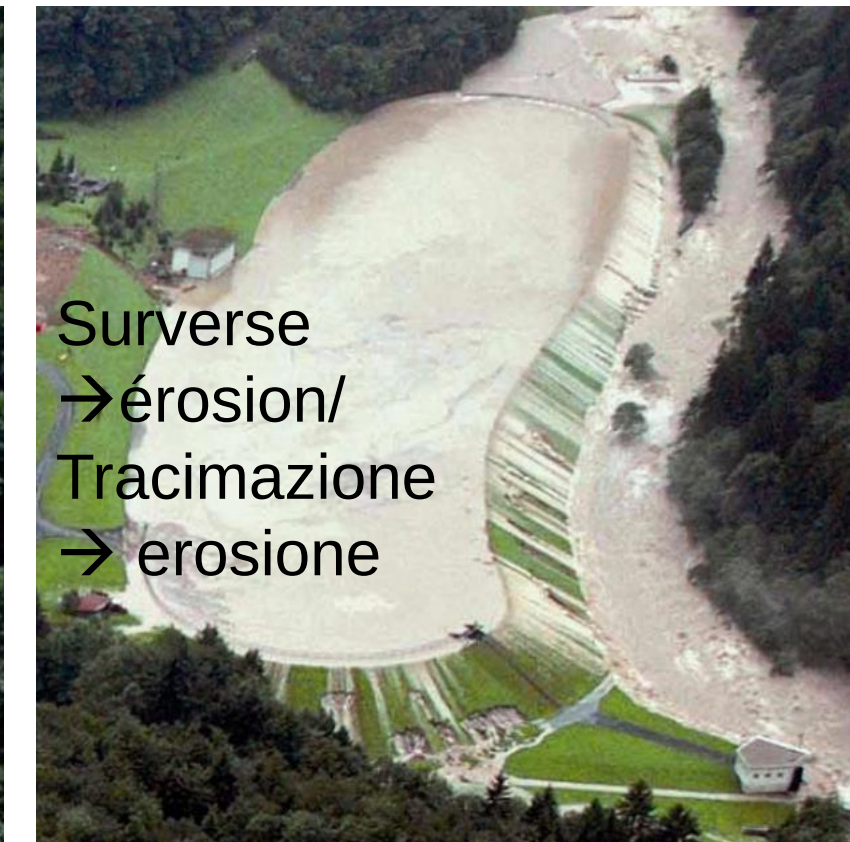
- Accumulo di sedimenti: riduzione della durata di vita della struttura
- Erosione delle sponde: contributo del legno galleggiante
- Deposito di sedimenti e ostruzione da parte del legno galleggiante: innalzamento del livello dell'acqua durante le piene



Goldach, canton de St Gallen, Suisse, Crue de 2002, Lange & Bezzola 2006



Aa , Engelberger Suisse, Crue de 2005, Bezzola et al. 2008



Activité 4.2 : Etude du transport de sédiments dans les retenues Attività 4.2: Studio del trasporto dei sedimenti nei bacini artificiali

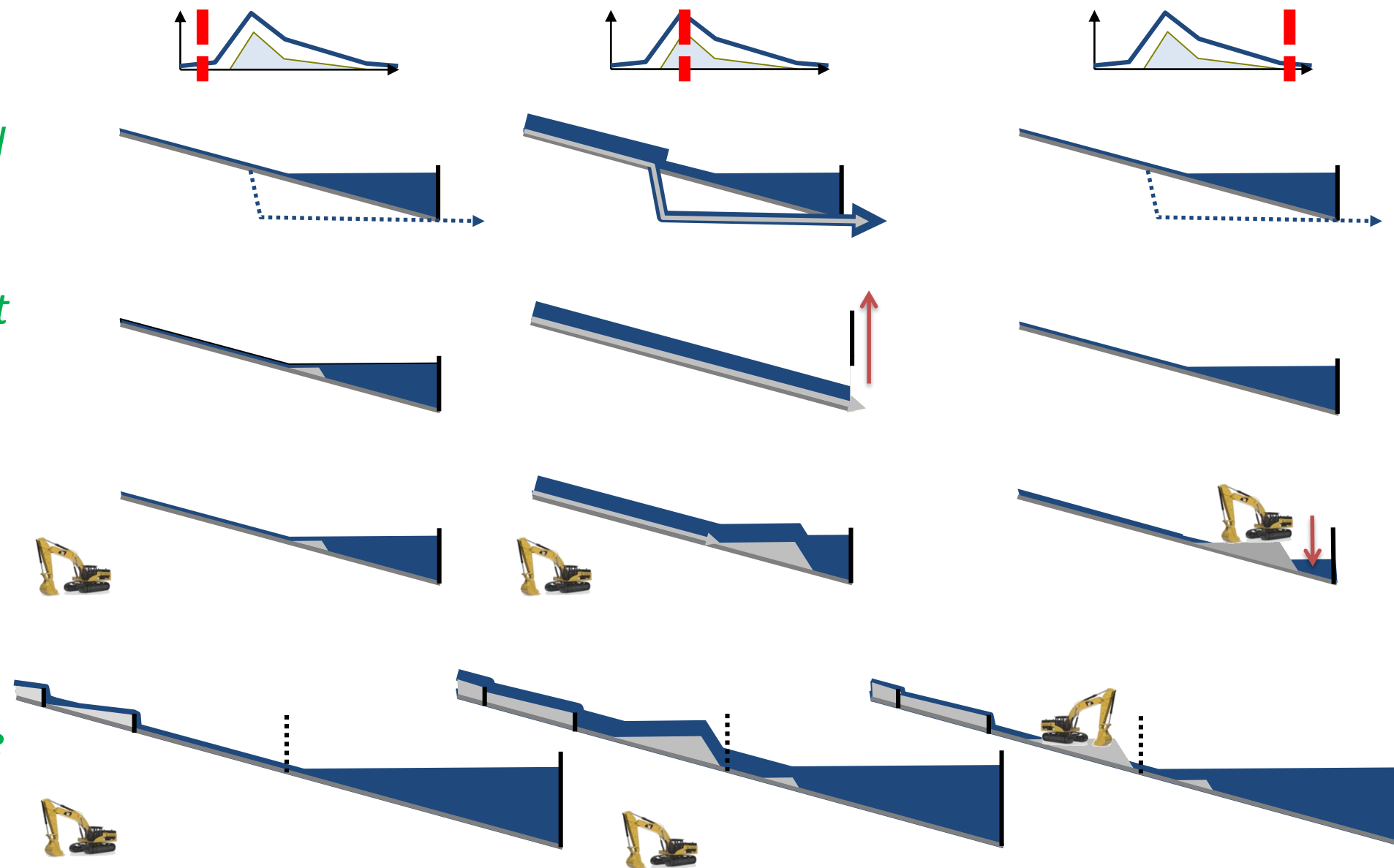
Objectifs du projet BECCA :

(1) Etablir un panorama et une évaluation des différentes méthodes utilisées pour gérer les sédiments dans les retenues à destination des professionnels

Obiettivo del progetto BECCA :

(2) Elaborare una panoramica e una valutazione dei diversi metodi utilizzati per la gestione dei sedimenti nei bacini idrici per i professionisti del settore.

1. *By-pass sédimentaire (tunnel ou canal de dérivation)*
2. *Abaissement de la retenue et chasse hydraulique*
3. *Curage mécanique de la retenue*
4. *Protection contre les érosions et gestion amont de la sédimentation*



1. Bypass dei sedimenti (tunnel o canale di deviazione)
2. Abbassamento del serbatoio e lavaggio idraulico
3. Pulizia meccanica dell'invaso
4. Protezione dall'erosione e gestione della sedimentazione a monte

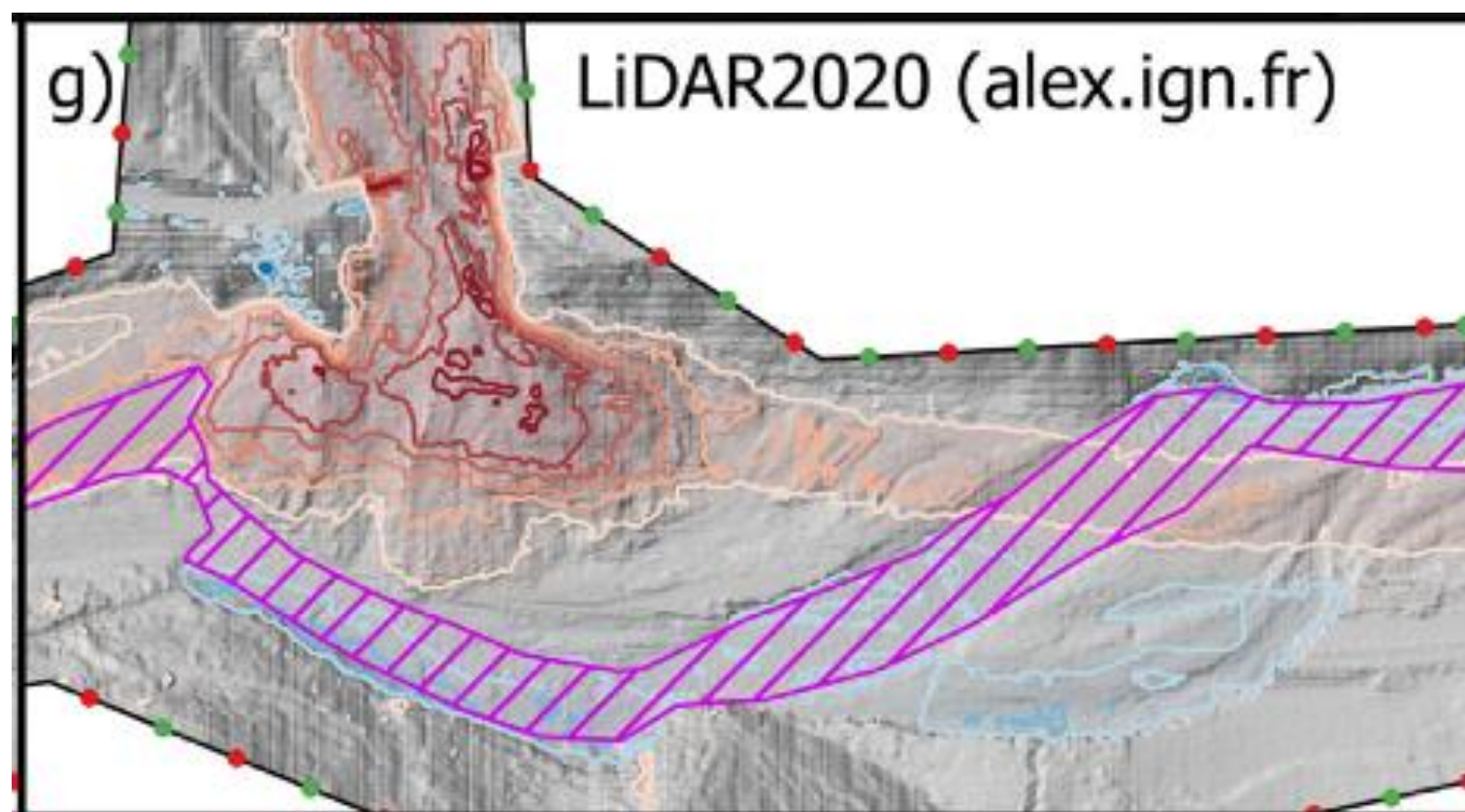
Objectifs du projet BECCA :

(2) La modélisation numérique hydro-sédimentaire 2D permet d'étudier les dépôts sédimentaires, mais les praticiens manquent de recommandations pour la mettre en œuvre : le projet BECCA vise à produire des recommandations de bonnes pratiques destinés aux professionnels

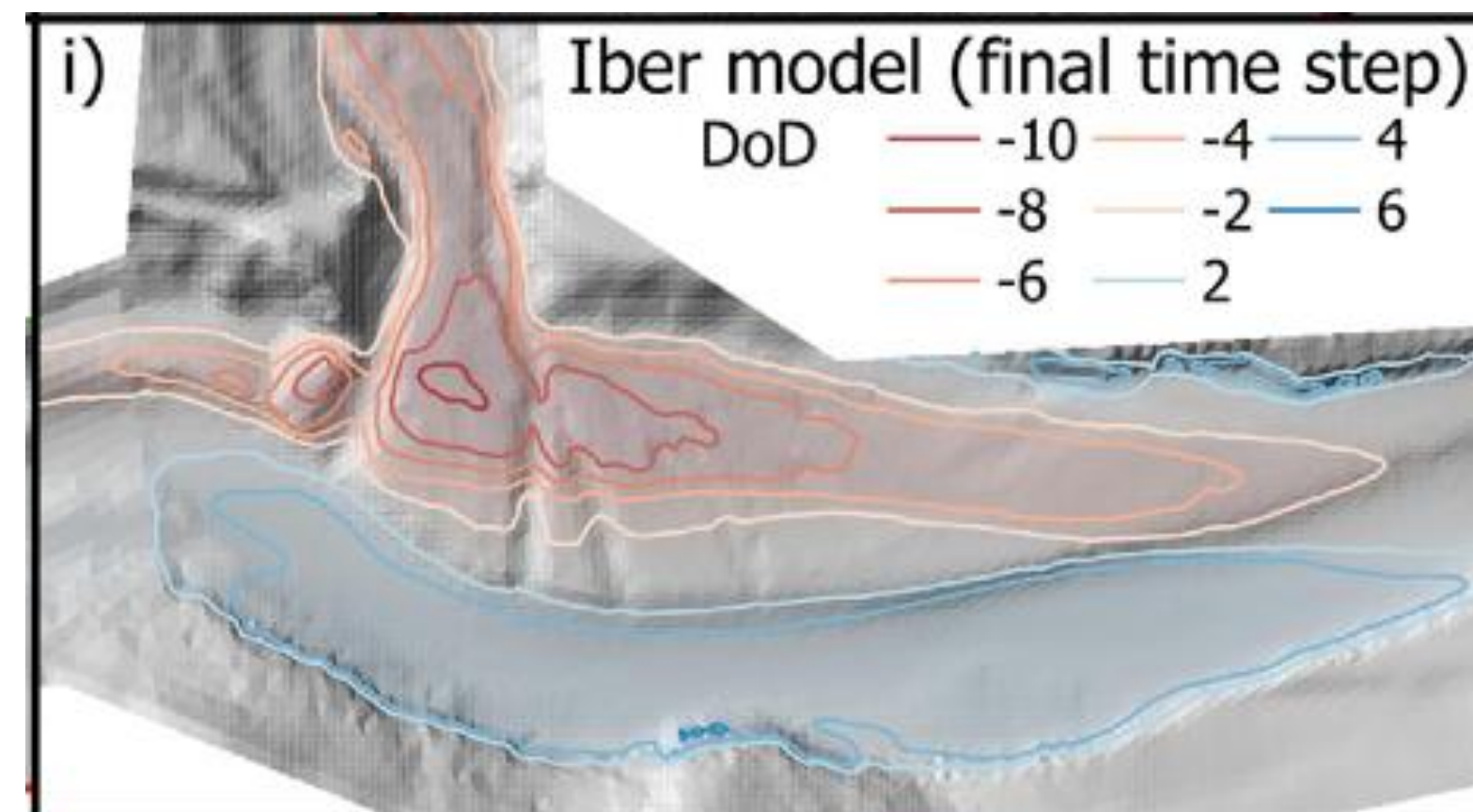
Obiettivo del progetto BECCA :

(2) La modellazione numerica 2D degli idrosedimenti può essere utilizzata per studiare i depositi sedimentari, ma i professionisti non hanno raccomandazioni su come utilizzarla: il progetto BECCA mira a produrre raccomandazioni sulle migliori pratiche per i professionisti.

Cea et al. 2024



Mesure de terrain MNT / Misurazione sul campo



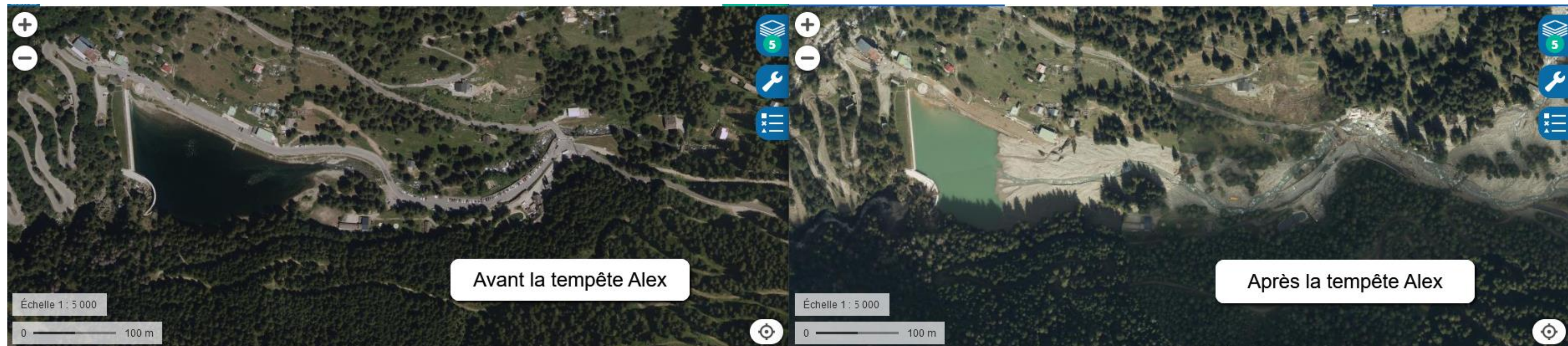
Modélisation 2D / Modellazione 2D

Activité 4.2 : Etude du transport de sédiments dans les retenues

Attività: 4.2 : Studio del trasporto dei sedimenti nei bacini artificiali

Application d'un modèle simple et d'un modèle complet à un cas d'étude terrain (barrage du Boréon en France et autre retenue italienne du Val d'Aoste) : des recommandations destinés aux professionnels seront produites par ce cas d'étude

Applicazione di un modello semplice e di un modello completo a un caso di studio sul campo (la diga di Boréon in Francia e un altro bacino italiano in Val d'Aoste): da questo caso di studio saranno prodotte raccomandazioni per i professionisti.



Geoportail.ign.fr

Activité 5.3 : Méthodologie pour évaluer l'intensité du transport de sédiments par l'onde de rupture d'un barrage et les risques associés

Attività 5.3 : Metodologia per la valutazione dell'intensità del trasporto di sedimenti da parte di un'onda di cedimento della diga e dei rischi associati

Objectifs du projet BECCA :

- Etablir une méthodologie simplifiée d'évaluation de la nature des phénomènes de transport de sédiments associés à l'onde de rupture d'un barrage en fonction des caractéristiques du site (pente, volume du réservoir, nature des sédiments)*
- Orienter les praticiens vers des méthodes appropriées d'évaluation du risque pour chaque site*

Méthodologie utilisée :

- Etude expérimentale visant à identifier les facteurs explicatifs du déclenchement des différents phénomènes torrentiels pouvant provoquer une débâcle brutale.*

Obiettivi del progetto BECCA :

- Stabilire una metodologia semplificata per valutare la natura dei fenomeni di trasporto dei sedimenti associati allo scoppio di una diga in funzione delle caratteristiche del sito (pendenza, volume dell'invaso, natura dei sedimenti, ecc.)
- Guidare i professionisti verso metodi di valutazione del rischio appropriati per ogni sito.

Metodologia utilizzata :

- Studio sperimentale per identificare i fattori che spiegano l'innesco dei vari fenomeni torrentizi che possono causare una rottura improvvisa.

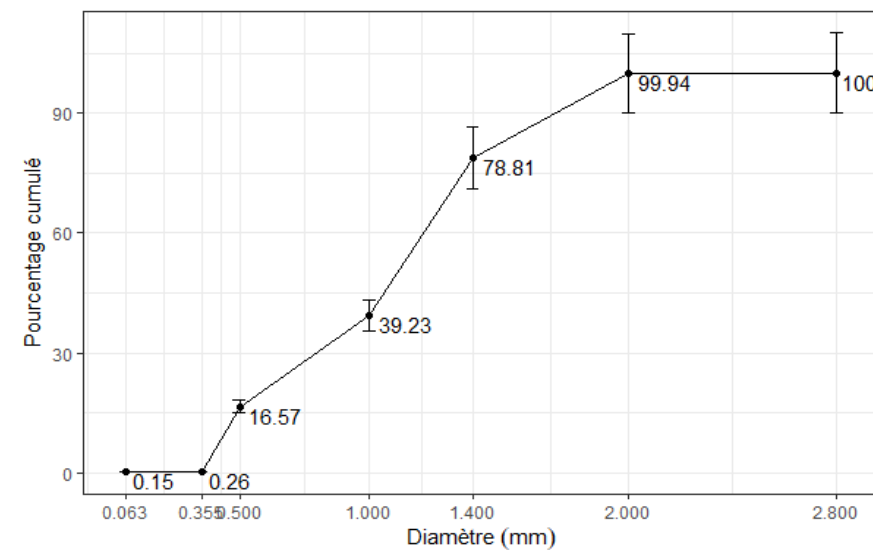
Activité 5.3 : Transport sédimentaire à forte pente sous l'effet de débâcles brutales

Attività 5.3 : Trasporto di sedimenti su pendii scoscesi a seguito di un'improvvisa rottura

Dispositif expérimental Set-up sperimentale

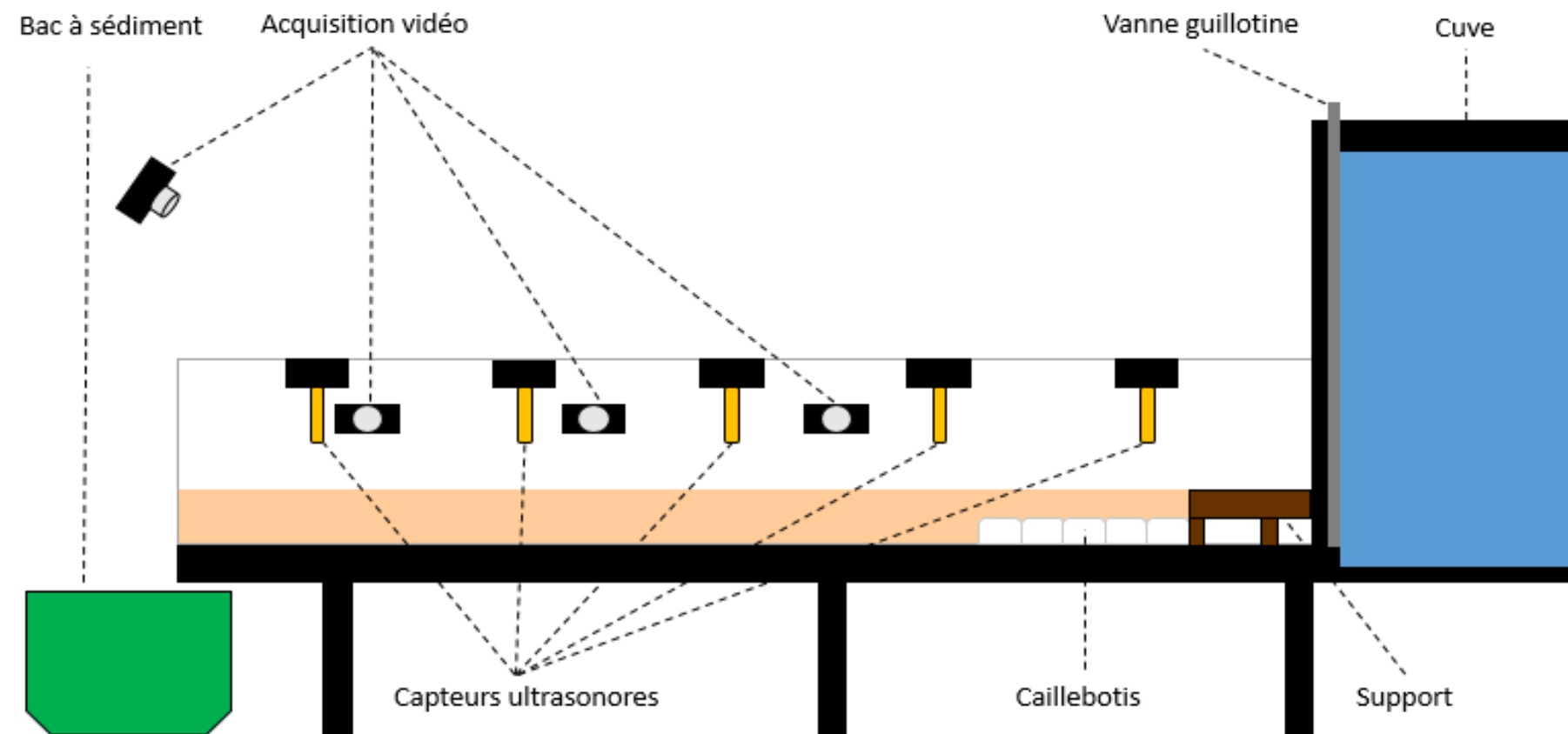
Etat initial :

- Canal hydraulique :
 - 5 m de long ;
 - 0,2 m de large.
- Ouverture instantanée de la vanne
- Granulométrie :
 - 8 cm d'épaisseur ;
 - Très peu étendue.



Variables d'entrées :

- Pente jusqu'à 51,8 %
- Volume de vidange, capacité maximale de la cuve = 352 L

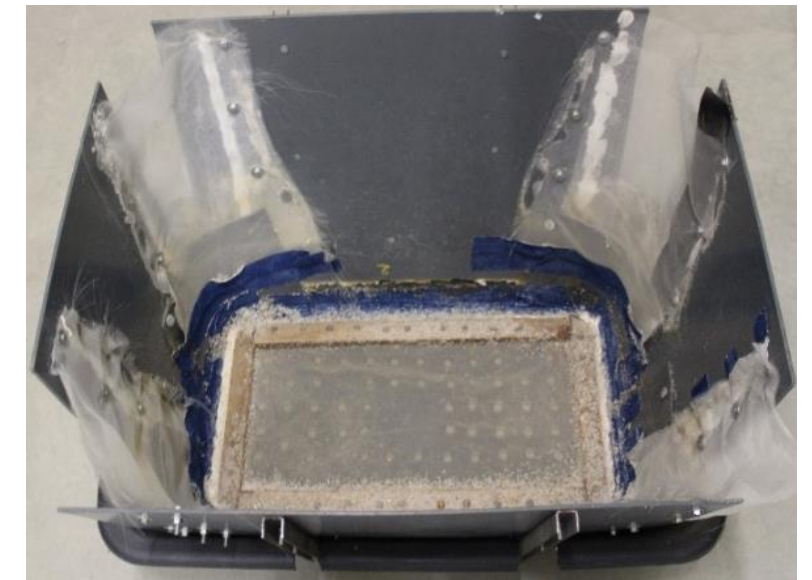


Analyse dimensionnelle révèle 7 nombres adimensionnels respectés.
⇒ Lois physiques de l'hydraulique et du transport sédimentaire.

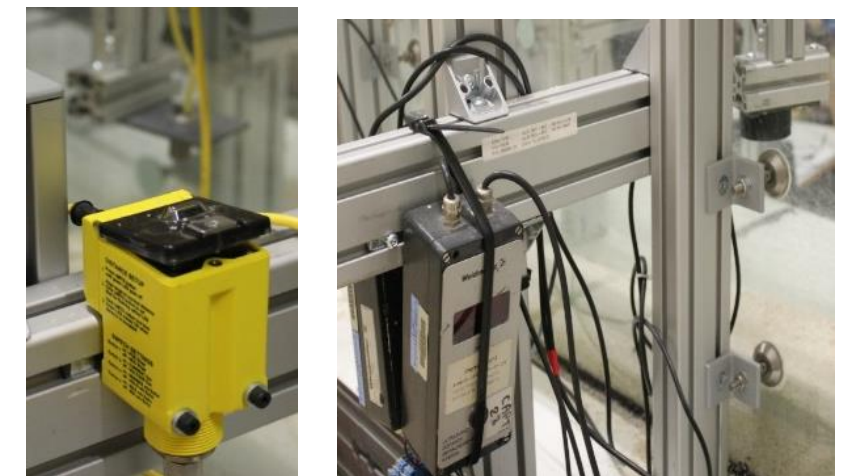
⇒ Echelle de 1/50 pertinente en nature :
Chenal d'écoulement de 250 m de long sur 10 m de large ;
Milieu granulaire : d allant de 3,14 à 14 cm (graviers à galets).

Dispositifs de mesures Dispositivi di misura

- Acquisition vidéo
4 points de vue différents.
- Bilan sédimentaire



- 5 capteurs ultrasonores



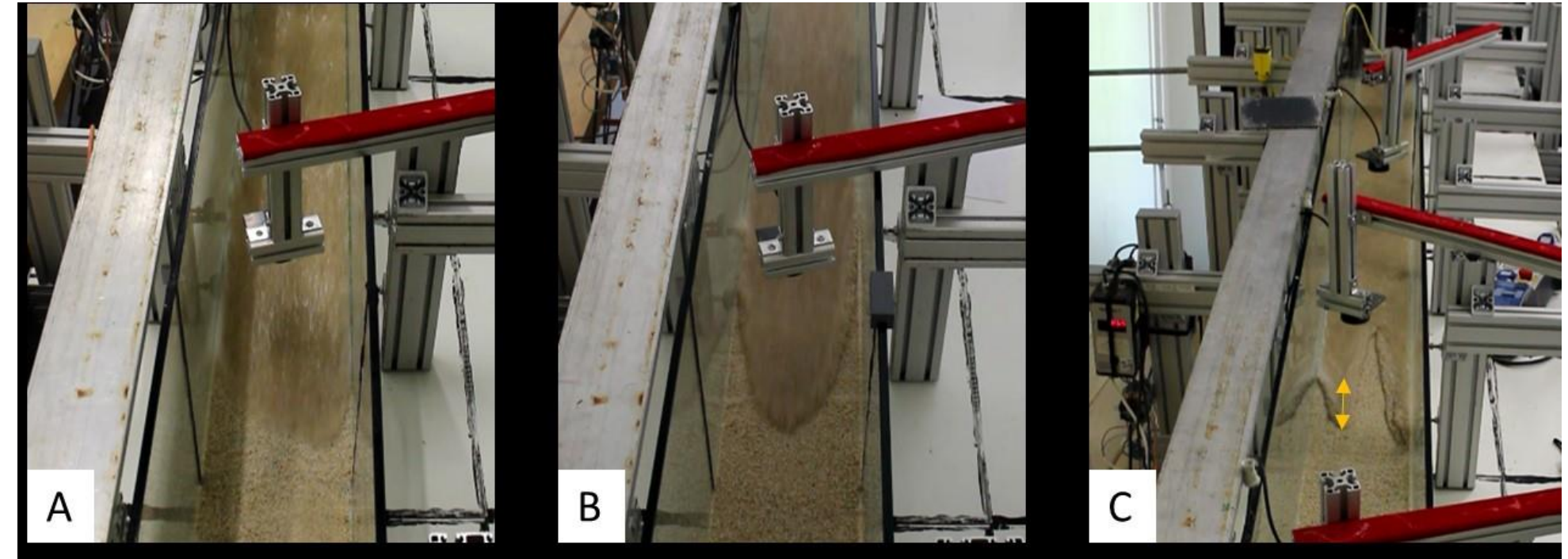
Activité 5.3 : Premiers résultats expérimentaux Attività 5.3 : I primi risultati sperimentali

Pente croissante de 5 % à 25 % :

A à C : transition progressive charriage à charriage hyperconcentré

La pendenza aumenta dal 5% al 25%:

Da **A** a **C**: transizione graduale da bedload a hyperconcentrated bedload



Pente > 30 % :

A lave torrentielle immature

B lave torrentielle

C dislocation du front granulaire

Pendenze > 30%:

A colata detritica immatura

B colata detritica

C dislocazione del fronte granulare

