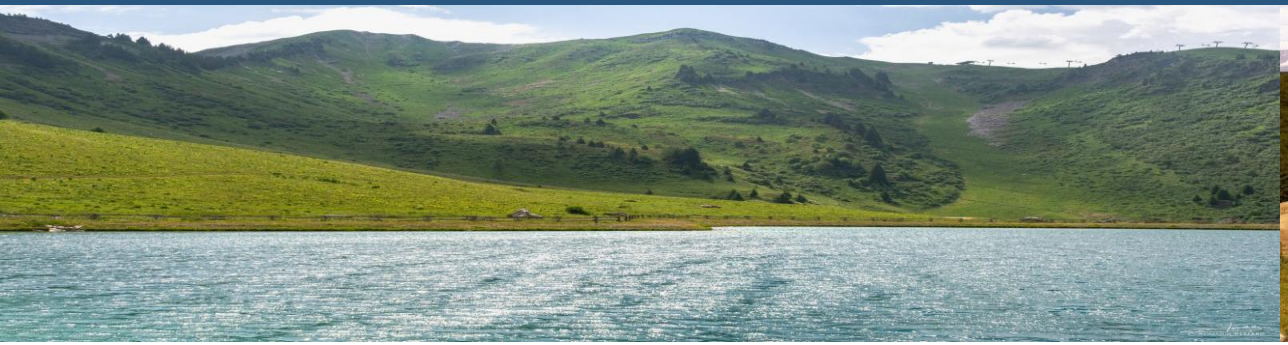
Conférence finale / Conferenza finale — Aoste, 04.11.2026

Transports sédimentaires déclenchés par la rupture d'une retenue

Trasporti sedimentari causati dalla rottura di una diga





Dominique LAIGLE — Institut des Géosciences de l'Environnement - INRAE

Thomas GHEORGHIN — Institut des Géosciences de l'Environnement - INRAE

Interreg France – Italia ALCOTRA

Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea

BECCA

Action 5.3 / Azione 5.3

Crues en montagne : Types de risques selon la nature de l'écoulement

Piene in montagna: Tipi di rischio in base alla natura del deflusso

Engravement



Erosion et déstabilisation



Impact et destruction



Des méthodes d'évaluation du risque et de protection qui dependent du type de phénomène

Metodi di valutazione del rischio e di protezione che dipendono dal tipo di fenomeno

Objectifs

Obiettivi

Pouvoir caractériser les écoulements issus de débâcles (rupture de barrage naturel, artificiel ou glaciaire)
Essere in grado di caratterizzare i flussi derivanti da rotture di dighe (naturali, artificiali o glaciali)

Questions scientifiques :
Questioni scientifiche:

- **Caractéristiques du transport sédimentaire comparables aux crues hydrologiques ?**
- *Le caratteristiche del trasporto sedimentario sono paragonabili a quelle delle piene idrologiche?*

- **Quels sont les facteurs déterminant les caractéristiques des écoulements et l'intensité du transport sédimentaire ?**
- *Quali sono i fattori che determinano le caratteristiche dei flussi e l'intensità del trasporto sedimentario?*

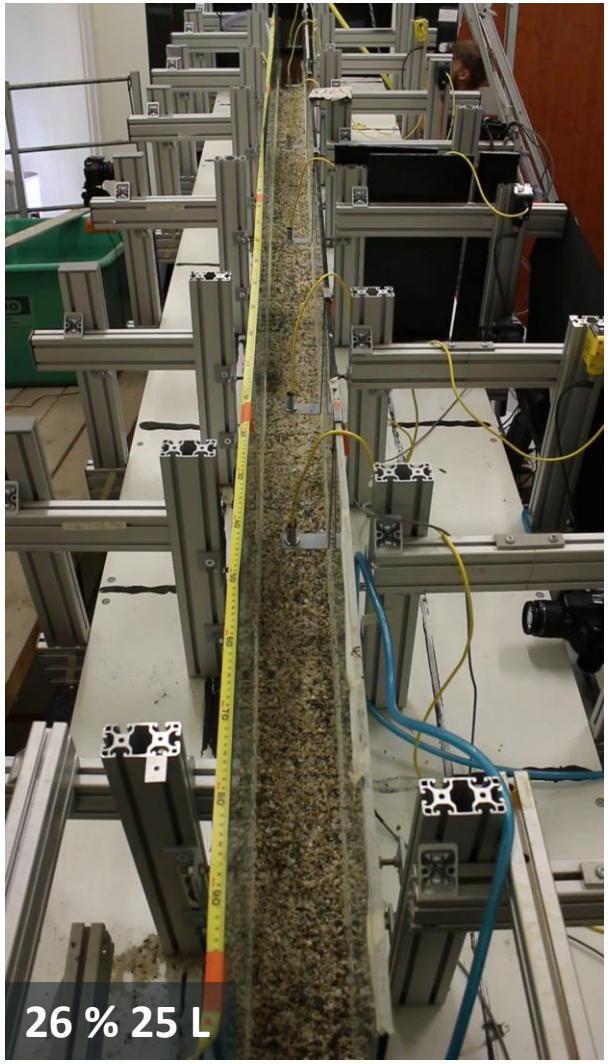
Finalité opérationnelle : permettre une anticipation de la nature du risque sur le terrain
Obiettivo operativo: consentire di prevedere la natura del rischio sul campo

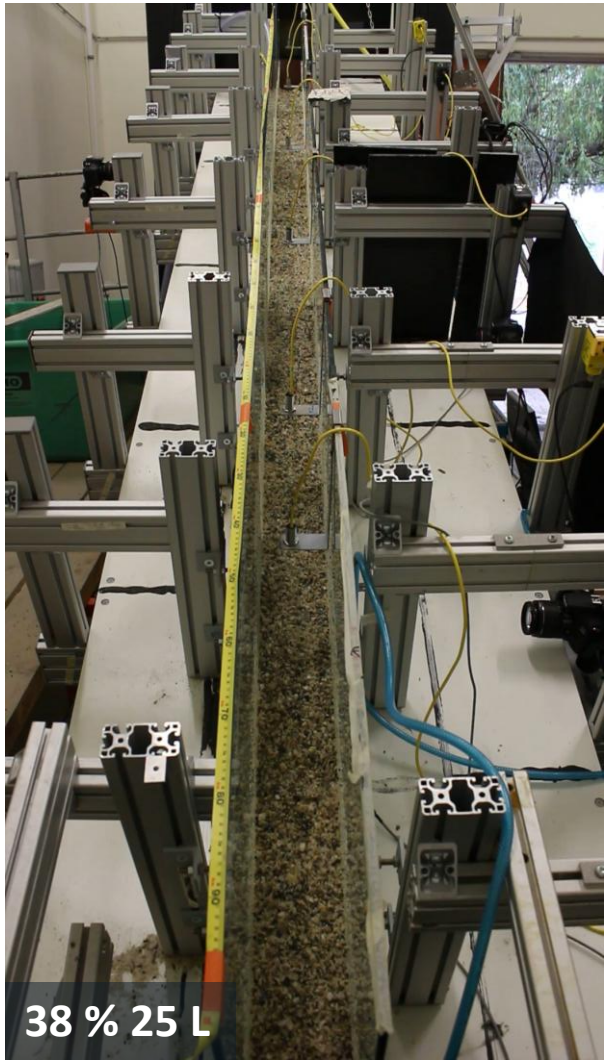
Analyse fondée sur une étude expérimentale
Analisi basata su uno studio sperimentale

Etude expérimentale : lâcher d’eau sur un lit érodable

Studio sperimentale: rilascio di acqua su un letto soggetto a erosione

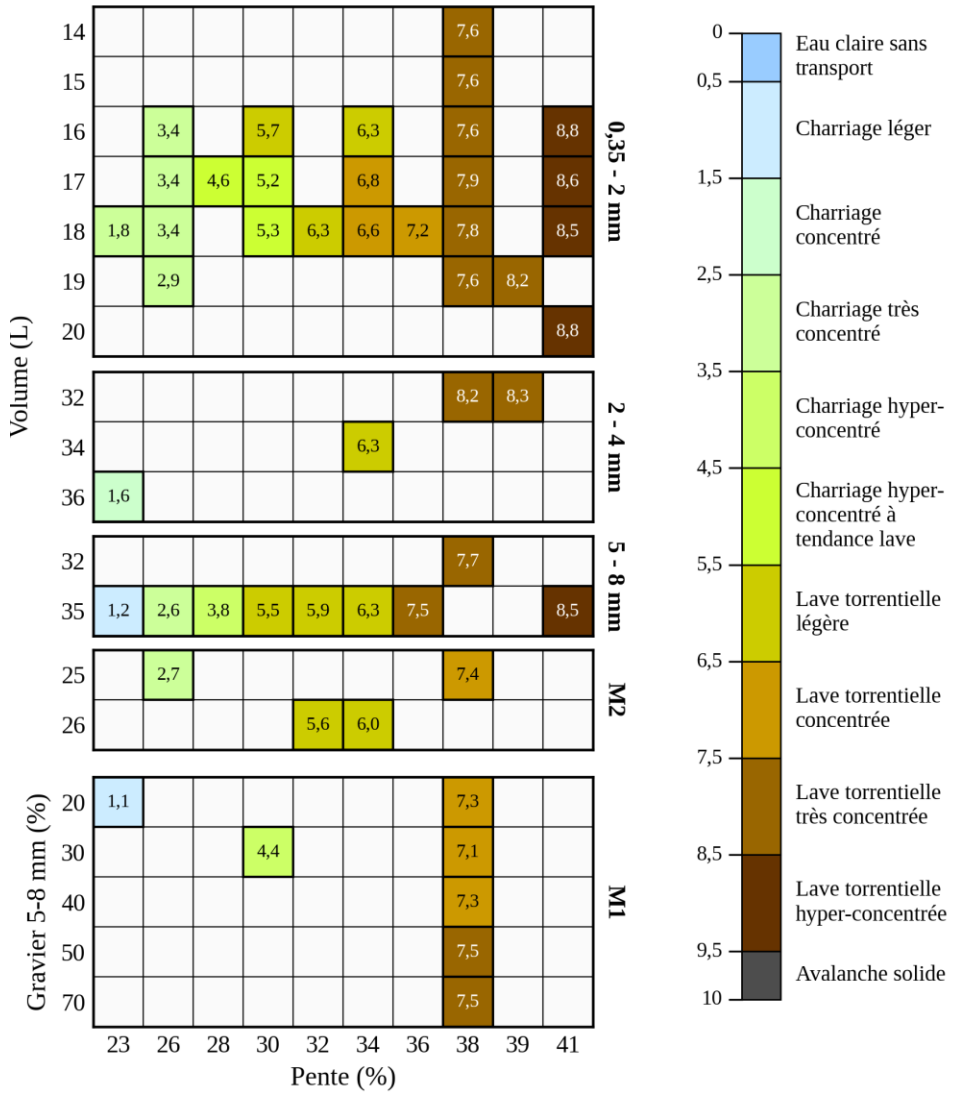






Analyse qualitative des caractéristiques des écoulements

Analisi qualitativa delle caratteristiche dei flussi



Nature du front

- ☑ *Granulaire grossier*
- ☐ *Saturé en eau*
- ☐ *Arrivées de surges*
- ☐ *Charriage continu*

Nature du corps

- ☐ *Granulaire grossier*
- ☐ *Saturé en eau*
- ☑ *Stratifié*
- ☐ *Charriage continu*

Type d'écoulement dominant

- ☐ *Ecroulement solide*
- ☑ *Surge unique (masse)*
- ☐ *Surges recouvrantes*
- ☐ *Charriage continu*
- ☐ *Surges avec séparation de phases*

Type d'écoulement additionnel

- ☐ *Ecroulement solide*
- ☑ *Surge unique (masse)*
- ☐ *Surges recouvrantes*
- ☐ *Charriage continu*
- ☐ *Surges avec séparation de phases*

Natura del fronte

- ☑ *Granulare grossolano*
- ☐ *Saturato d'acqua*
- ☐ *Afflussi di onde di piena*
- ☐ *Trasporto continuo*

Natura del corpo

- ☐ *Granulare grossolano*
- ☐ *Saturato d'acqua*
- ☑ *Stratificato*
- ☐ *Trasporto continuo*

Tipo di flusso dominante

- ☐ *Flusso solido*
- ☑ *Onda singola (di massa)*
- ☐ *Onde sovrapposte*
- ☐ *Trasporto continuo*
- ☐ *Onde con separazione di fasi*

Tipo di flusso aggiuntivo

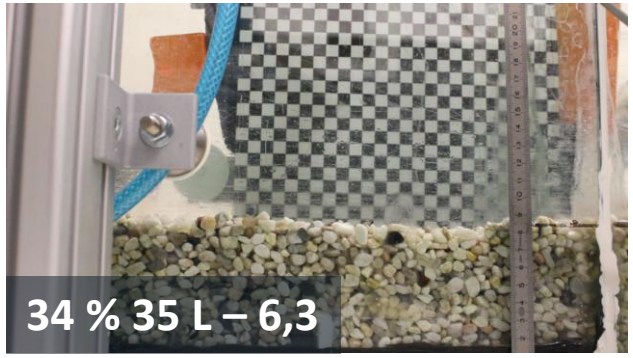
- ☐ *Flusso solido*
- ☑ *Onda singola (di massa)*
- ☐ *Onde sovrapposte*
- ☐ *Trasporto continuo*
- ☐ *Onde con separazione di fasi*

Effet de la pente sur le type d'écoulement

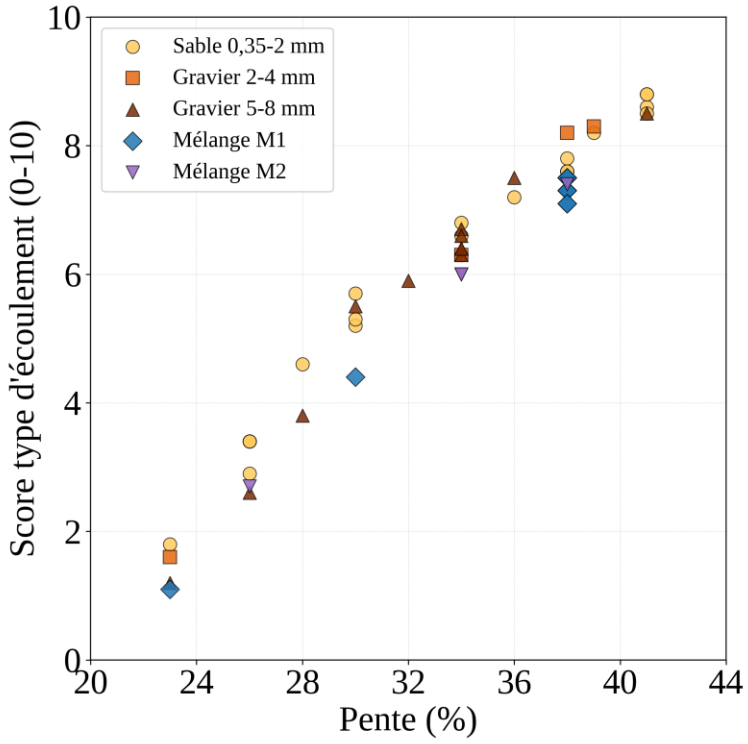
Influenza della pendenza sul tipo di scorrimento

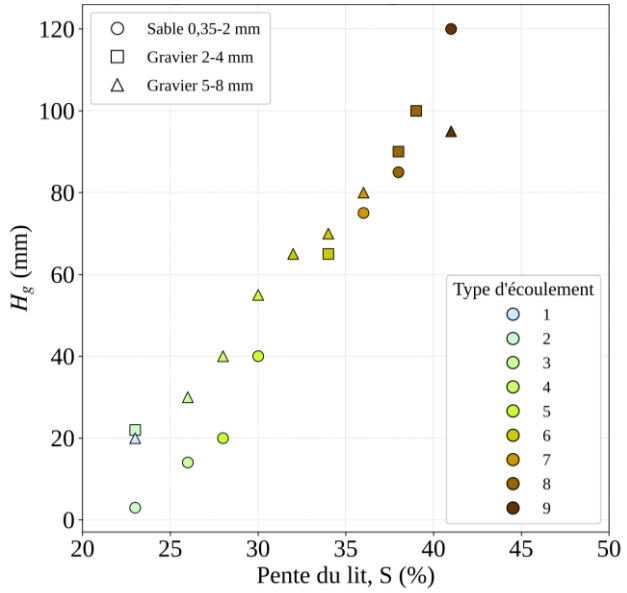




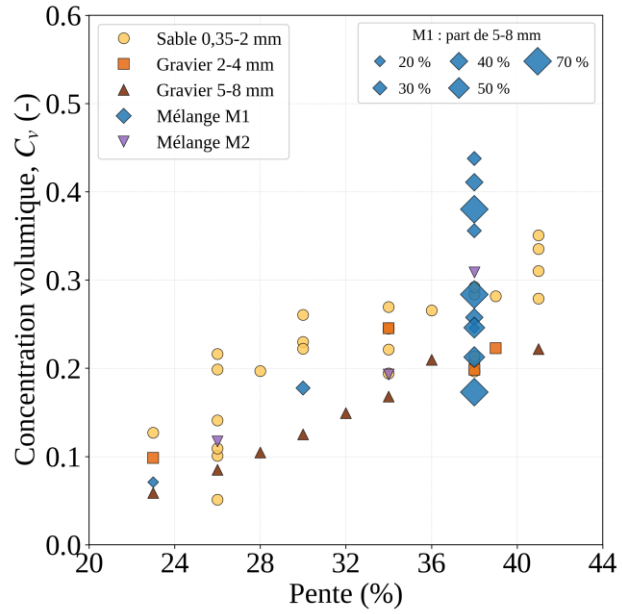








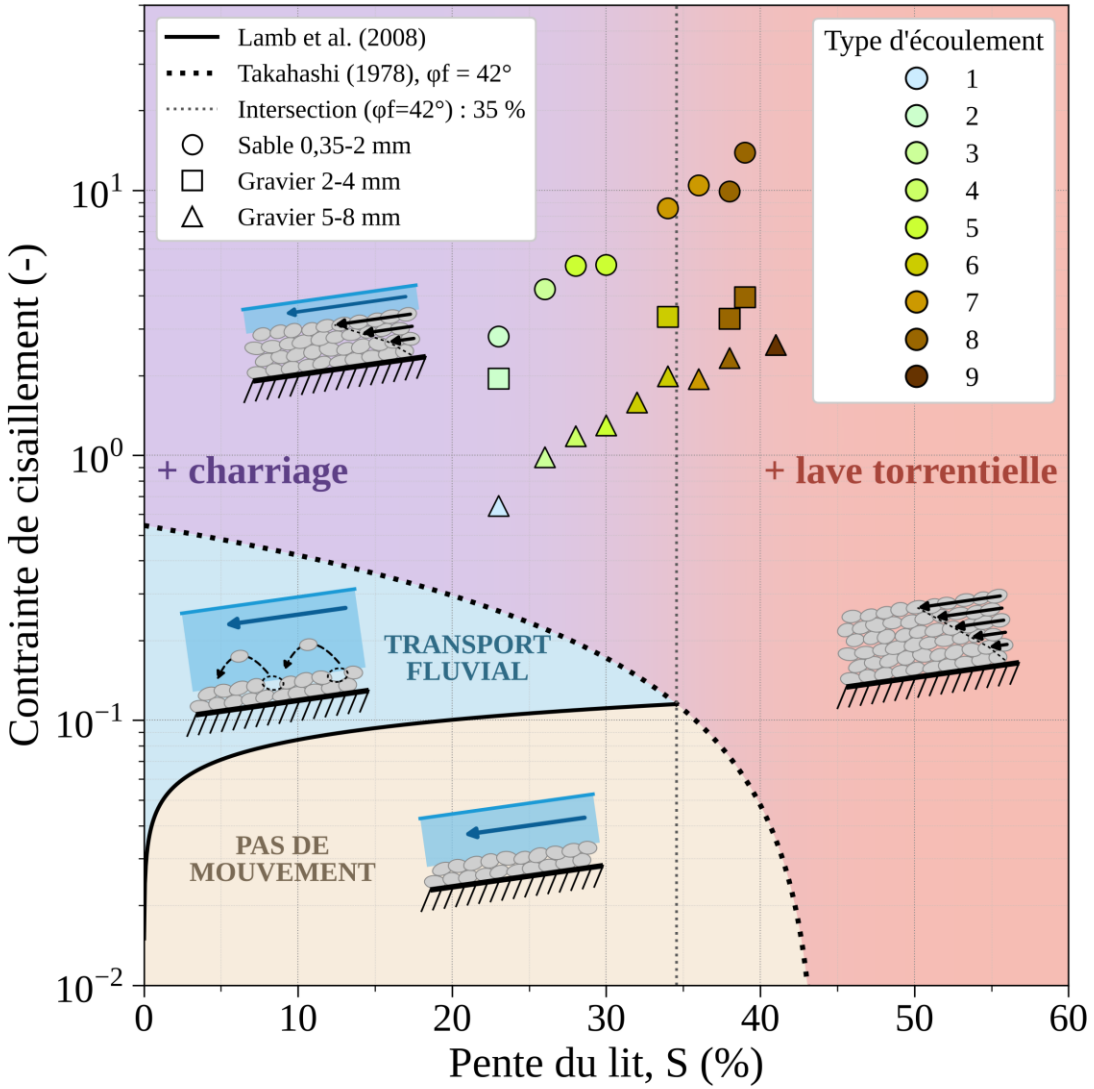
+ épais
+ spesso



+ de sédiments transportés à volume d'eau équivalent
+ di sedimenti trasportati per volume d'acqua equivalente

Conditions de déclenchement du transport solide

Condizioni di attivazione del trasporto solido



$$\tau = \frac{\rho H \sin\theta}{(\rho_s - \rho) D_{50}}$$

Contrainte de cisaillement (-) ≡ hauteur d'eau x pente / granulométrie

Sollecitazione di taglio (-) ≡ altezza dell'acqua × pendenza / granulometria

Hauteur d'eau → Dynamique hydraulique de vidange

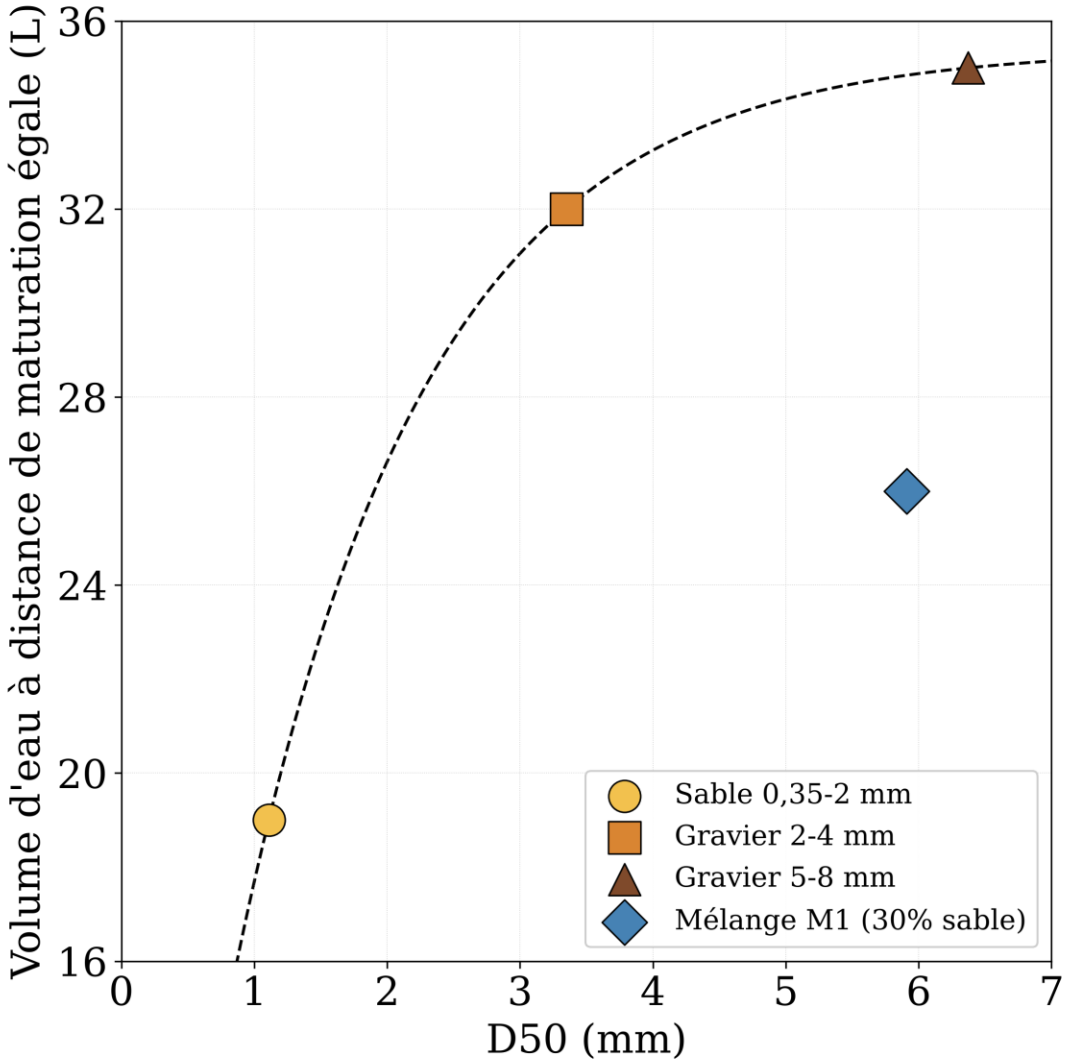
Peut être estimée par le volume d'eau mobilisable, la pente, les matériaux retenant le volume d'eau.

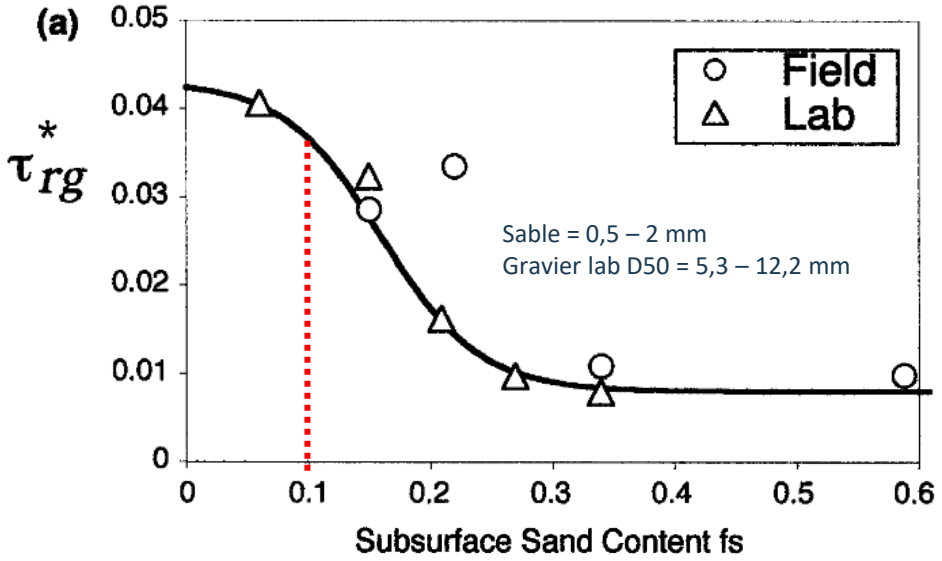
Livello dell'acqua → Dinamica idraulica di drenaggio

Può essere stimata in base al volume d'acqua mobilizzabile, alla pendenza e ai materiali che trattengono il volume d'acqua.

Conditions de déclenchement : influence de la granulométrie

Condizioni di attivazione: influenza della granulometria





Wilcock, P. R., & Kenworthy, S. T. (2002). A two-fraction model for the transport of sand/gravel mixtures. *Water Resources Research*, *38*(10), 12-1-12–12. https://doi.org/10.1029/2001WR000684

τ^*_{rg} la contrainte nécessaire pour mettre le gravier en mouvement

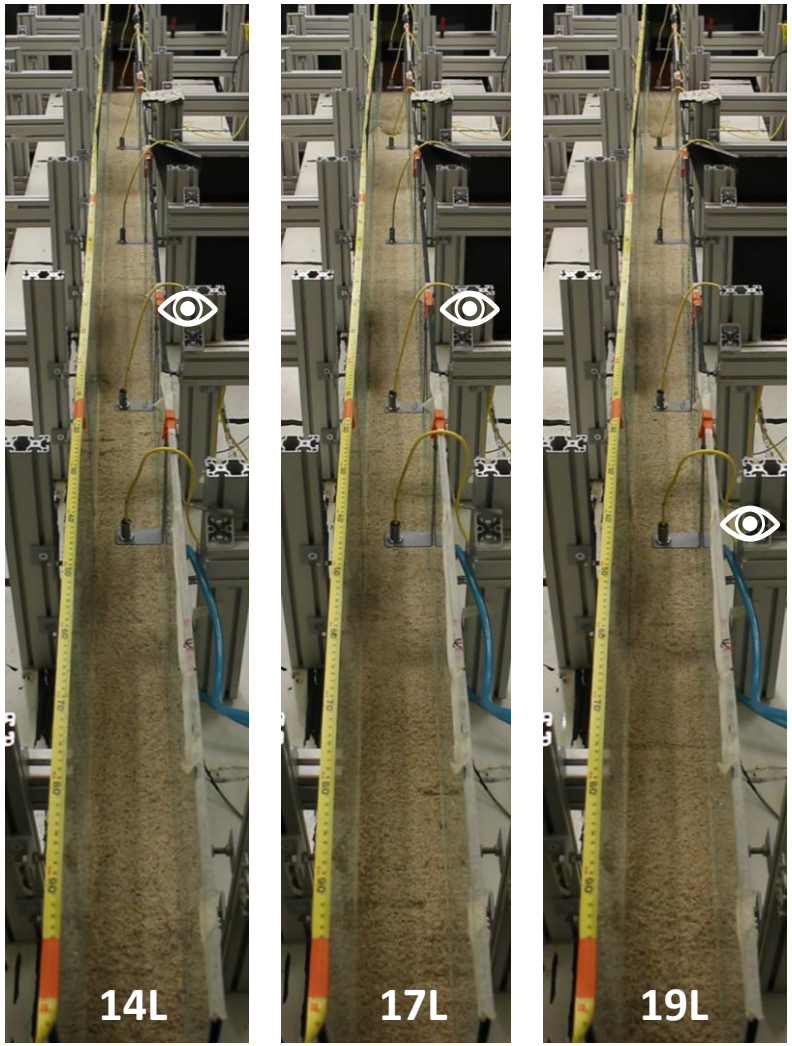
τ^*_{rg} la forza necessaria per mettere in movimento la ghiaia

Analyse terrain → courbe granulométrique complète avec attention particulière à la part vol. de < 2 mm

Analisi sul campo → curva granulometrica completa, con particolare attenzione alla percentuale in volume di particelle < 2 mm

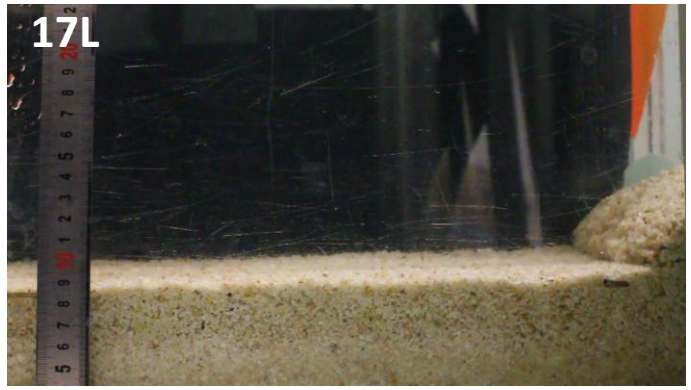
Effet du volume d’eau sur la distance de développement

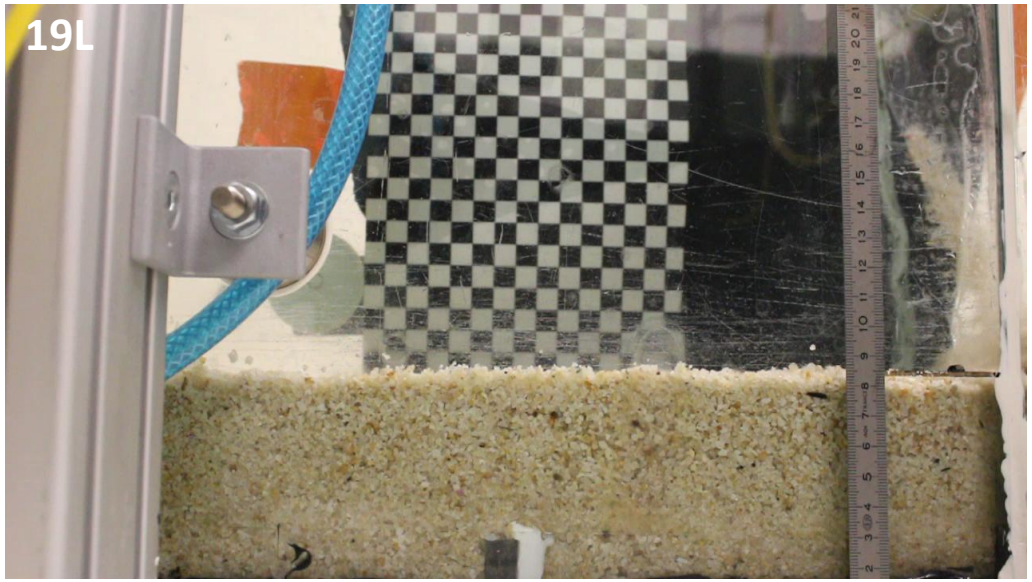
Effetto del volume d’aqua sulla distanza di sviluppo



38%



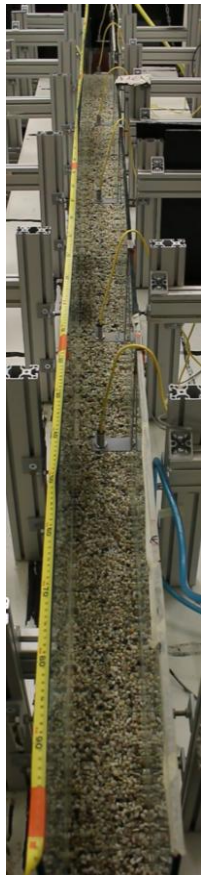




Effet de la saturation en eau du terrain

Effetto della saturazione idrica del terreno

23% 35 L

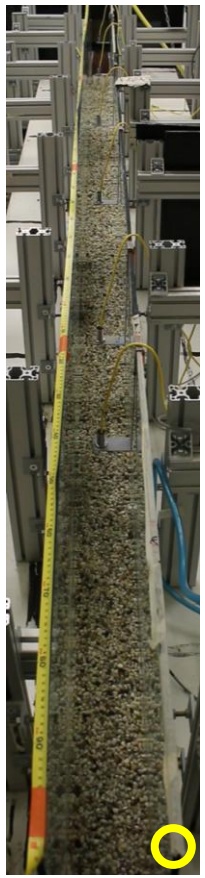


lit humide
(0 L/h)



eau
affleurante
(1000 L/h)

34% 35 L



lit humide
(0 L/h)

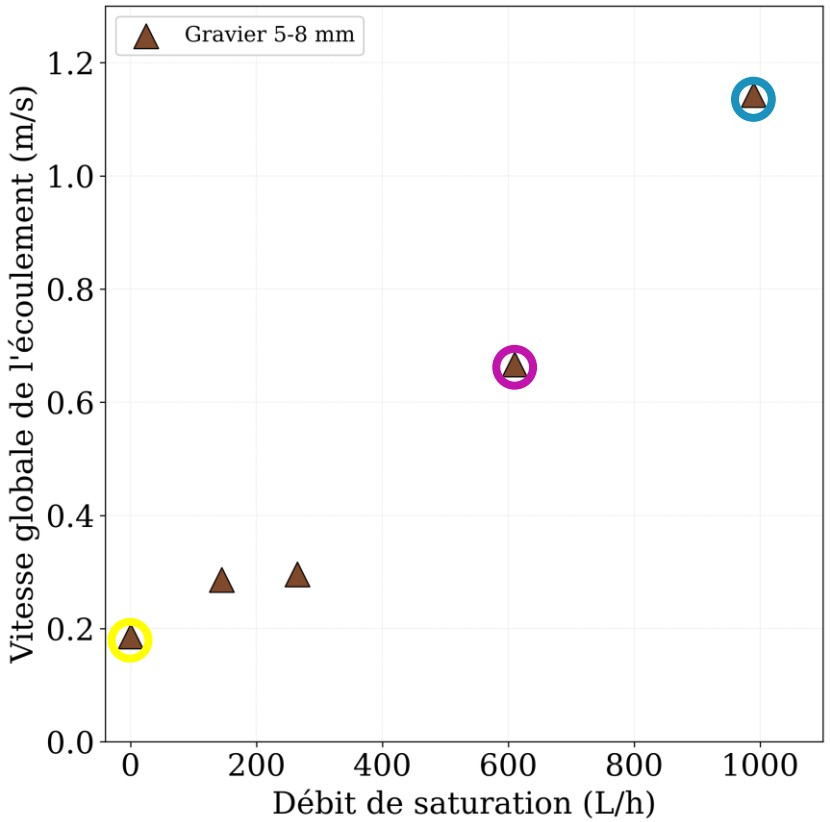


eau à mi-hauteur
du lit
(600 L/h)



eau
affleurante
(1000 L/h)

34% 35 L



Synthèse opérationnelle des résultats

Sintesi operativa dei risultati

- **Un continuum de phénomènes entre eau claire et transport très concentré (laves torrentielles)**
- *Un continuum di fenomeni che va dall'acqua limpida al trasporto molto concentrato (debris flow)*

- **Caractéristiques du phénomène pleinement développé – facteur explicatif principal : la pente**
- *Caratteristiche del fenomeno a pieno sviluppo – fattore esplicativo principale: la pendenza*

- **Déclenchement du phénomène de transport – facteur explicatifs : contrainte de cisaillement et granulométrie**
- *Inizio del fenomeno di trasporto – fattori determinanti: sollecitazione di taglio e granulometria*

- **Influence de la présence de matériau fin : déclenchement facilité**
- *Influenza della presenza di materiale fine: innesco facilitato*

- **Influence du volume d'eau : peu d'effet sur les caractéristiques (si assez de sédiment) – phénomène "déplacé"**
- *Influenza del volume d'acqua: effetto limitato sulle caratteristiche (se la quantità di sedimenti è sufficiente) – fenomeno "spostato"*

- **Influence de la saturation initiale du lit : propagation plus rapide**
- *Influenza della saturazione iniziale del letto: propagazione più rapida*

Merci pour votre attention

Grazie per l'attenzione

***Questions** / Domande?*