



Chutes de Blocs
Risques Rocheux
Ouvrages de Protection



Le photo-monitoring terrestre par caméras optiques et lidar: exemples d'applications opérationnelles

TSM, outil de suivi des aléas gravitaires

Vincent JULIER

1- Présentation méthode TSM

- contexte projet
- concepts généraux
- sens de corrélation
- données de base

2 – Etudes de cas

Instrumentation photo fixe :

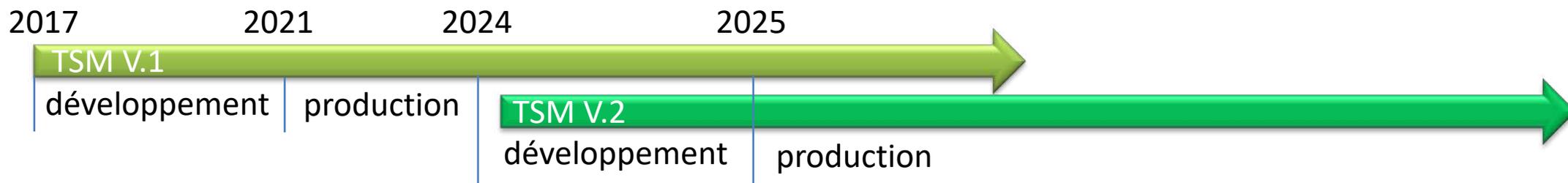
- Cliets (73, val d'Arly)
- Montgombert (73, val d'Arly)
- Bramans (73)

Lidar

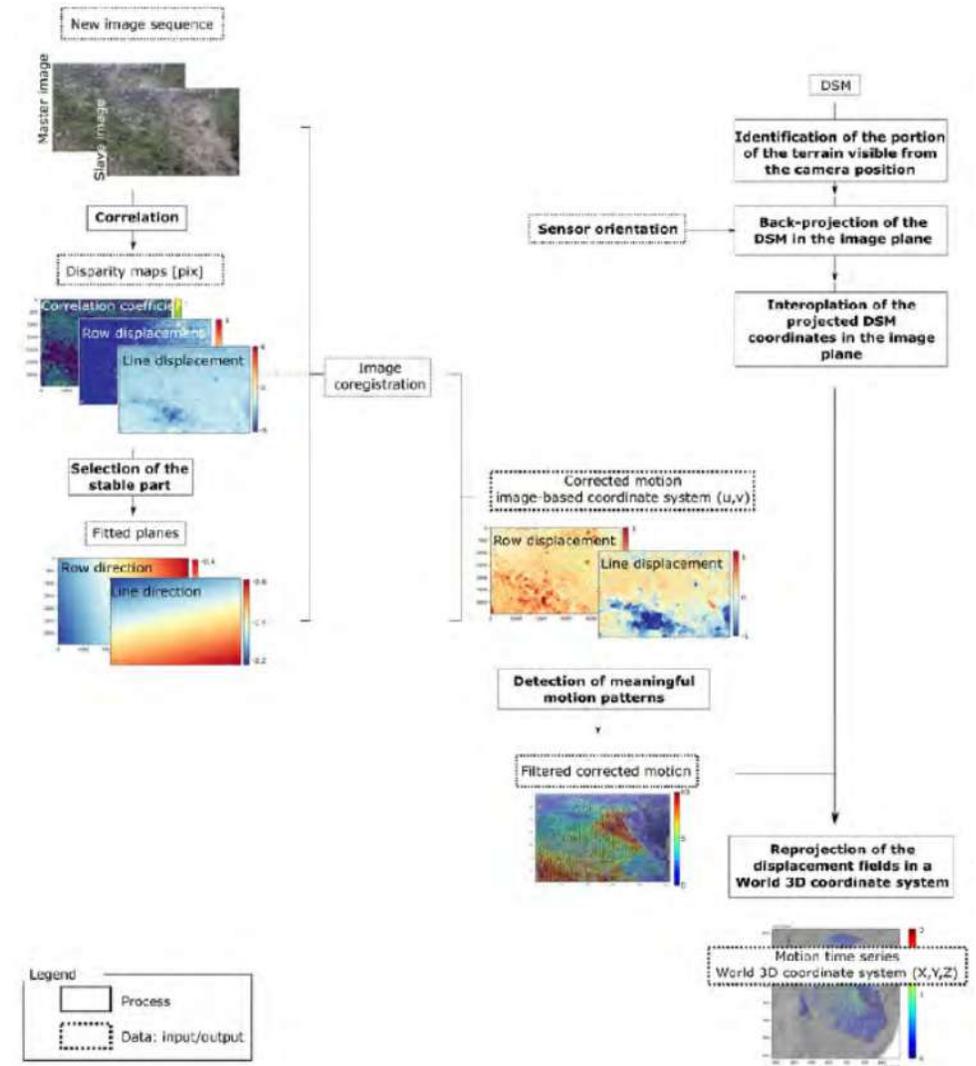
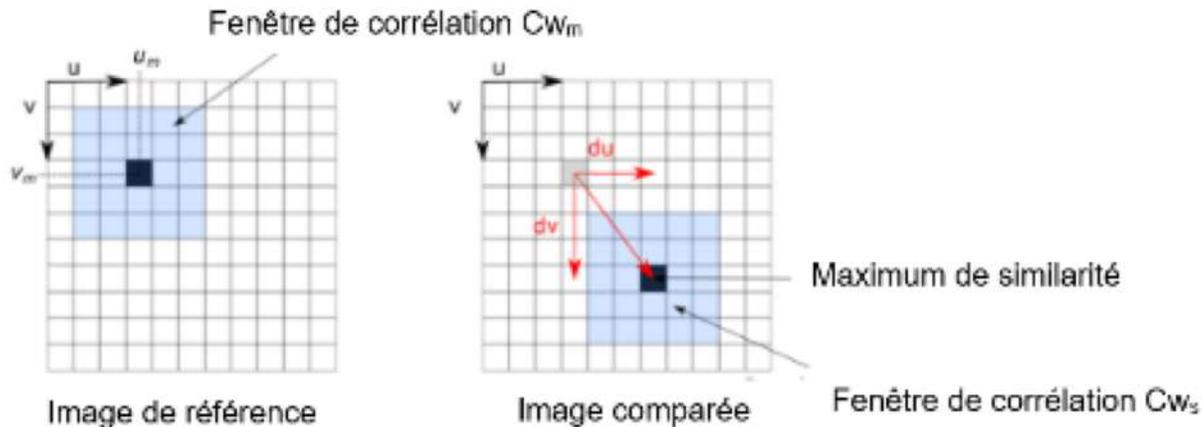
3 - Conclusion



- ▶ Résultat de 10 ans de recherches
- ▶ Fruit d'une collaboration entre la SAGE et l'université de Strasbourg
- ▶ Version 1 développée par M. Desrues, utilisée depuis 2021
- ▶ Version 2 prévue pour 2025
 - Plus adaptée à un contexte de production
 - Pilotage des jobs via une GUI
 - Consultation des résultats via une GUI
 - Mise en production de méthodes prévues initialement mais non implémentées.
 - Optimisation de la chaîne de traitement
 - Flexibilité pour lancer les corrélations sur différents paramètres



- Recherche d'un motif commun entre deux **images** par cross-corrélation (logiciel MicMac développé par l'IGN)
- Calcul d'un plan de correction pour rectifier les offsets systématiques liés aux mouvements de l'objectif (*Stumpf et al. 2018*)
- Calcul des vecteurs de déplacement image
- Calcul des vecteurs de déplacement métriques (*Travelletti et al. 2012*)



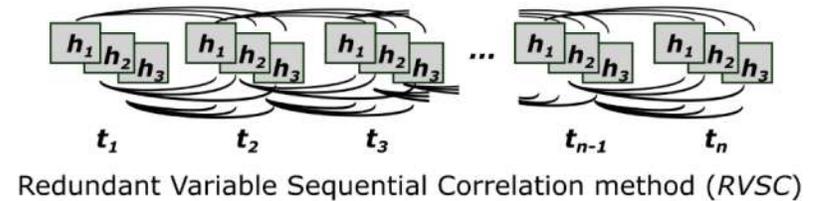
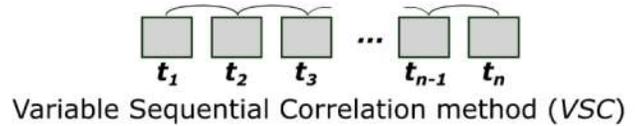
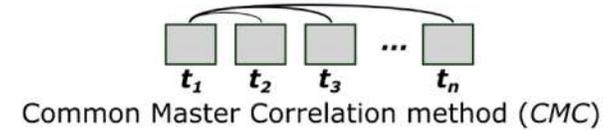
Desrues et al., 2019



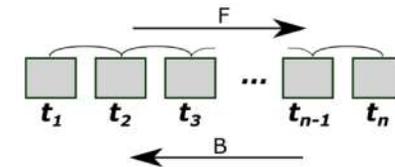
Méthodes de corrélation pour des jeux de données importants:

- CMC : corrélation de chaque image avec le master
- VSC : corrélation de chaque image avec la précédente
- RVSC : corrélation de chaque image avec toutes les autres

- forward-backward : corrélér chaque couple en inversant master et slave



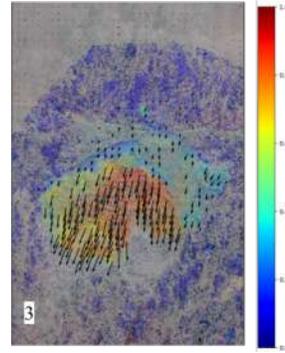
Direction of correlation :
Forward-Backward



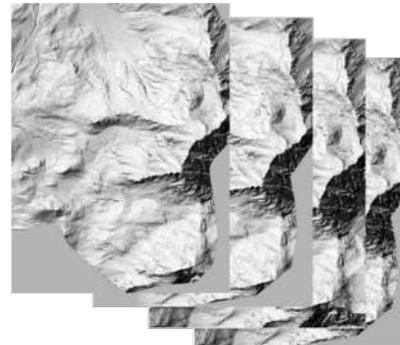
Desrues, 2021

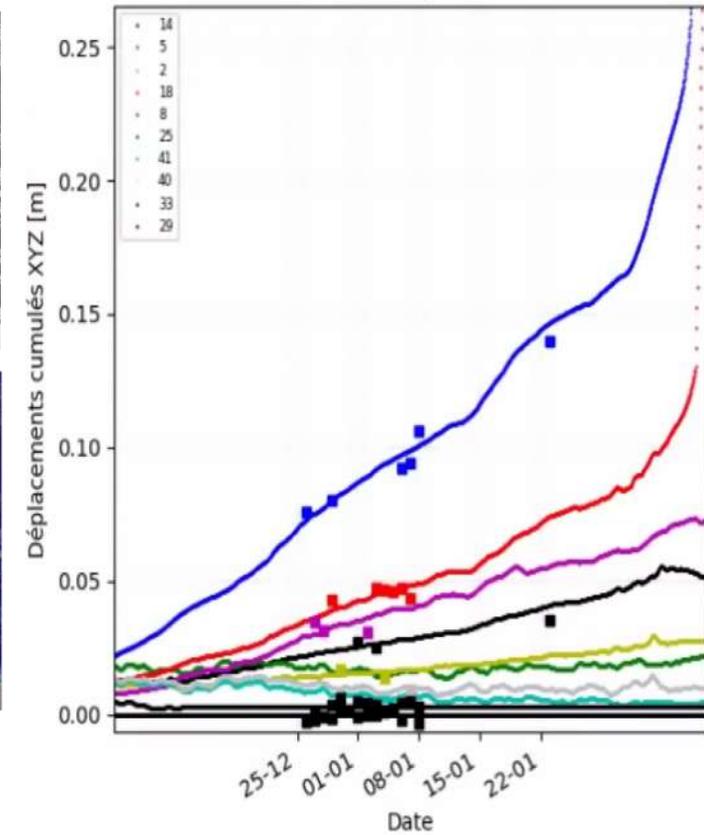
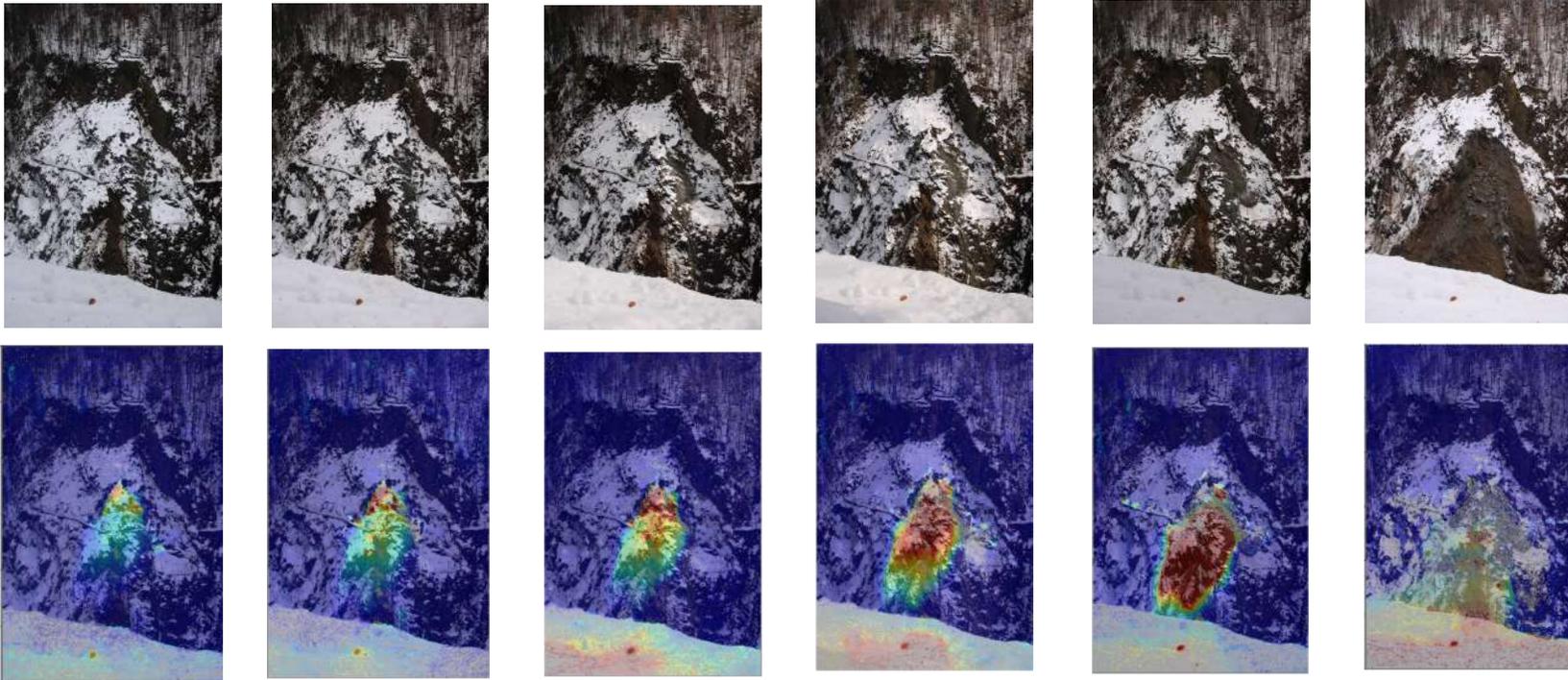


- ▶ Données de base :
 - Série d'Images terrestres (appareil photo fixe sur le terrain)
 - -> potentiel de suivi quotidien, surface restreinte



- Ombrages issus de MNT créés à partir de LIDAR ou photogrammétrie
 - -> zone étendue, résultats sous canopée
 - -> fortement contraint par les données disponibles





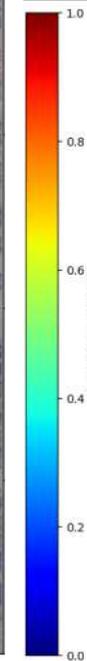
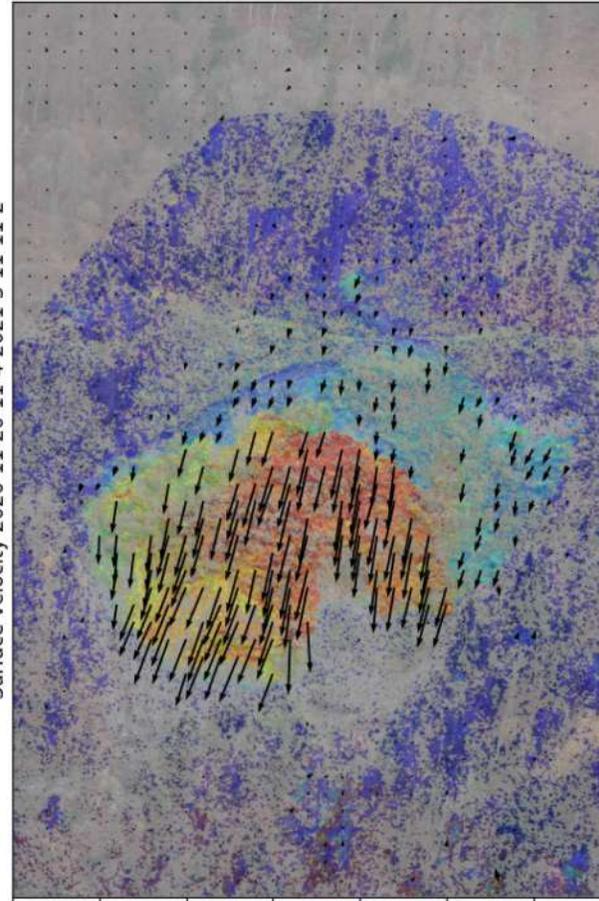
➤ déplacements : TSM vs. prismes et théodolite



Glissement dans des Micaschistes très déstructurés
Zone très active : longueur 150 m, largeur 115 m



Surface velocity 2020-11-20-11-4-2021-3-11-11-2



Déplacements
métriques entre
novembre 2020 et
novembre 2021

Quantification des
déplacements sur une
période d'un an possible
malgré la présence de
végétation



- Surveillance de chute de blocs sur la partie gauche du site
- Identification d'une seconde zone en mouvement à droite du site
- Délimitation précise des masses et confirmation théodolite

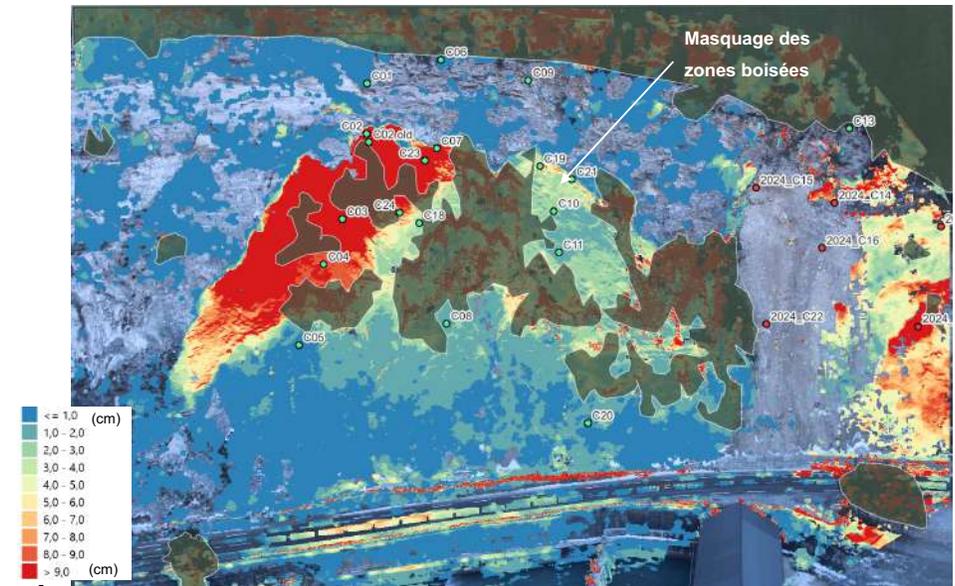
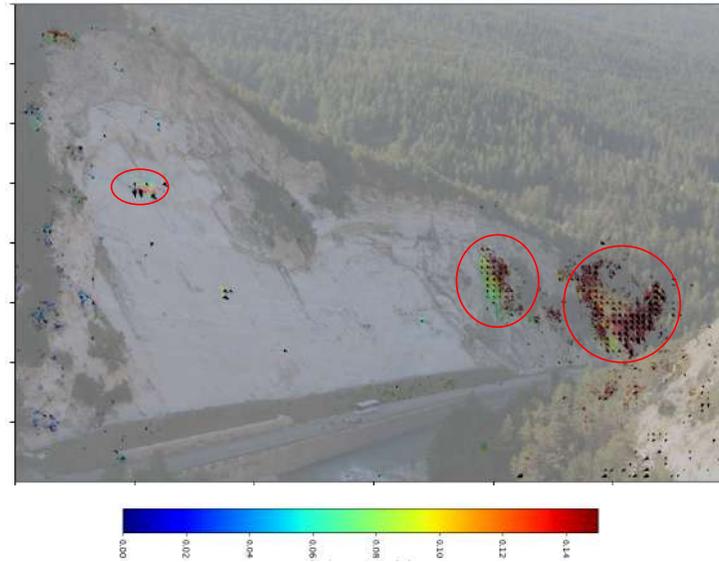
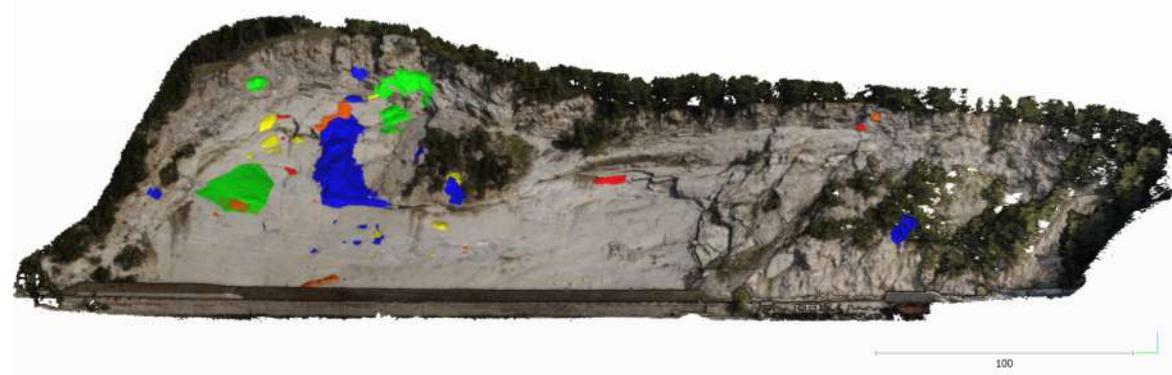
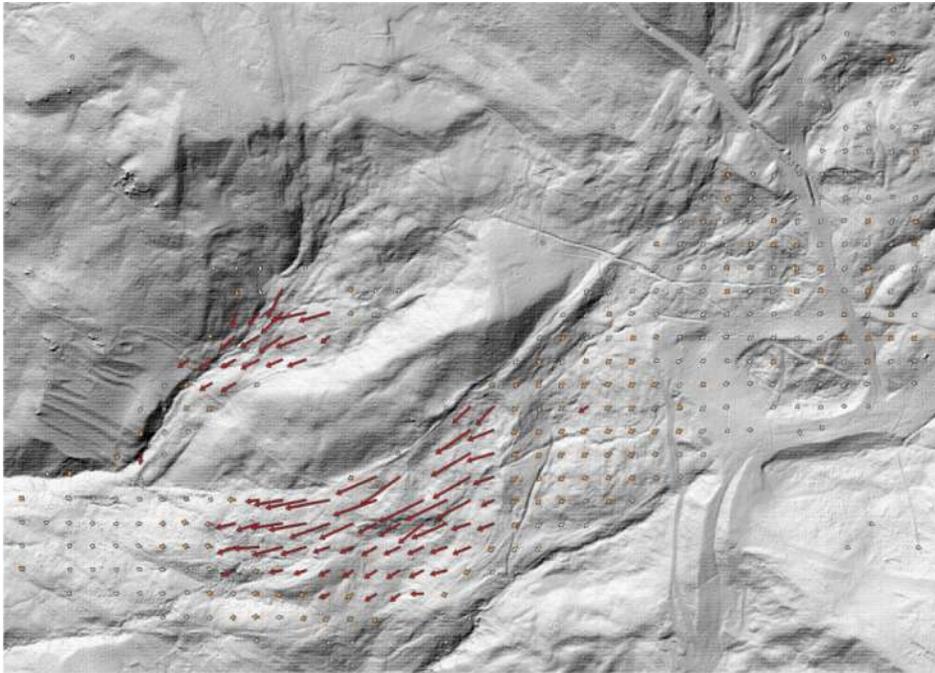


Figure 21 : Image TSM comparant des photographies du 22 Novembre 2022 et du 4 Décembre 2024 (Déplacement en cm) – Secteur « prise d'eau » et « glissement Sud »



Lidar aérien, Lidar HD (2016) + nouvelle acquisition (2021)

-> Identification du mouvement de versant, localisation de la niche d'arrachement



déplacements en mètres

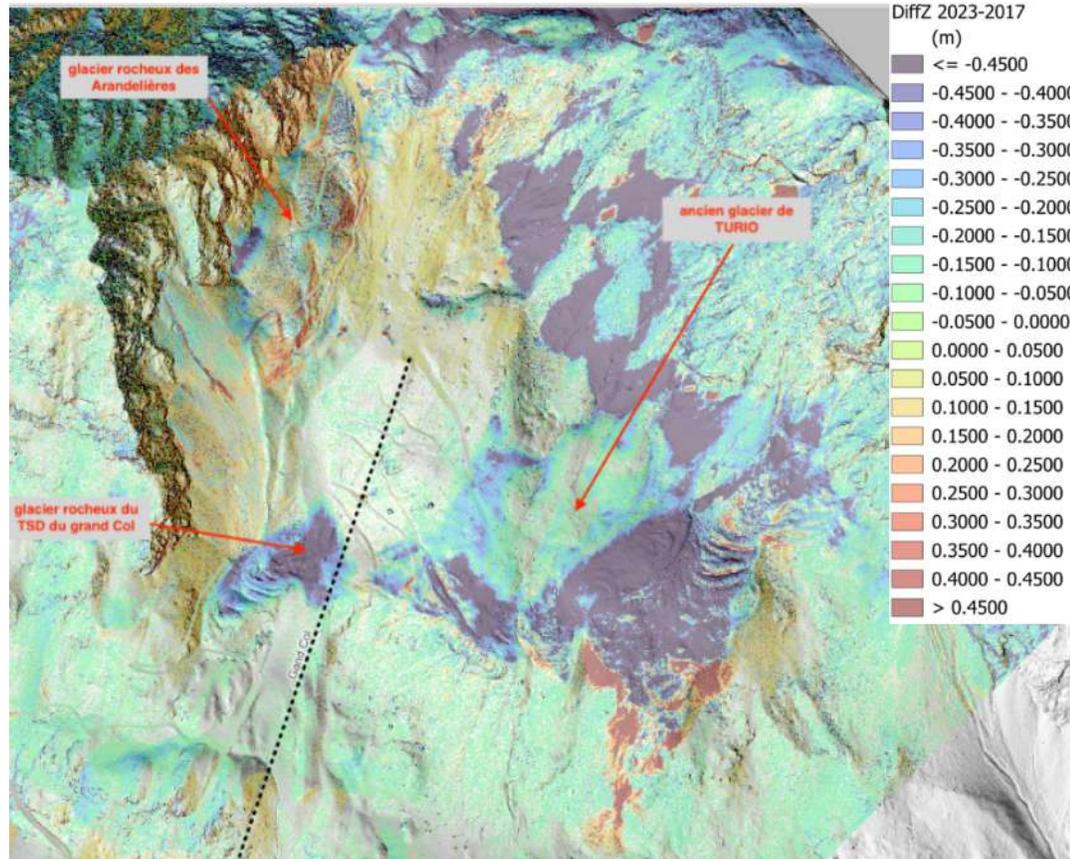
2016 / 2021

→ 0,25 - 0,45

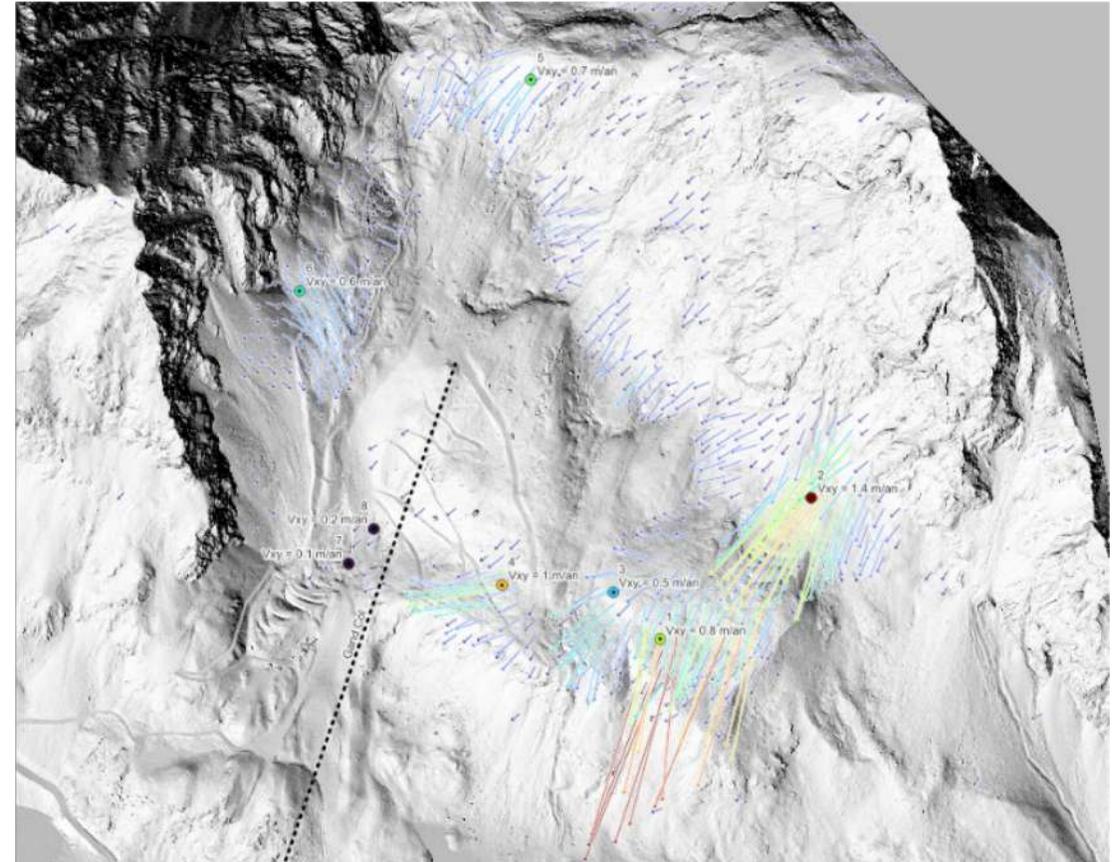
→ 0,45 - 0,70

→ 0,70 +





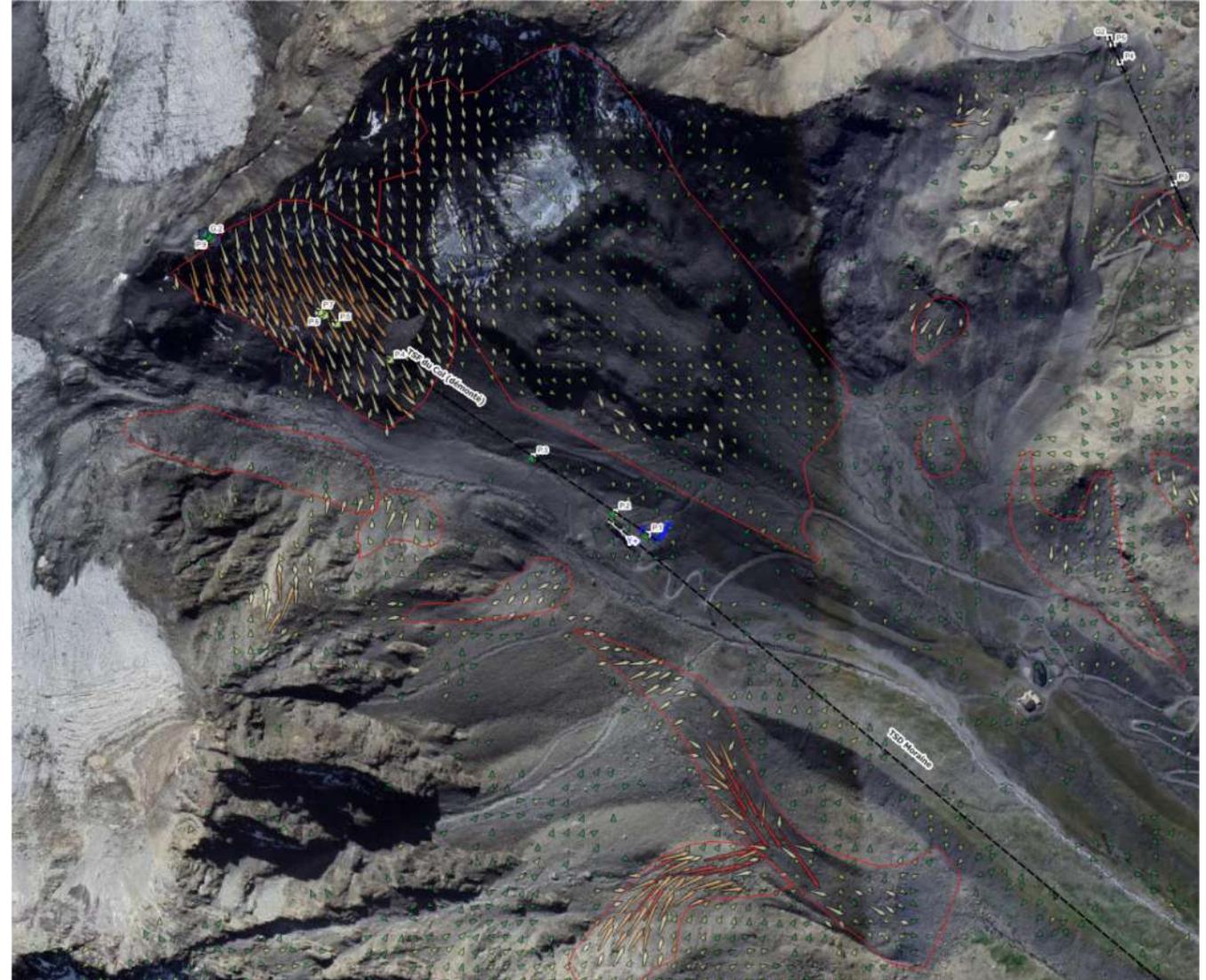
Différence altimétrique
Mise en évidence des zones de perte et de dépôt de matériaux



Mouvements effectifs vus par TSM



- Mise en évidence d'une grande zone de mouvement au niveau de l'ancienne gare d'arrivée du télésiège.



► Intérêt de la METHODE TSM :

- cartographier des grands mouvements de versant avec délimitation précise des zones stables/instables
- Approche complémentaire par rapport à l'approche naturaliste classique (observations de terrain, analyse photos aériennes, analyse géomorphologique, ...)
- Comparaison surfacique complémentaire à la comparaison altimétrique
- Détermination des vecteurs de déplacement (approche qualitative et quantitative)
- Amplitudes des mouvements détectés pouvant être détectés avec cette méthode : 10 cm à plusieurs dizaines de mètres
- Permet de détecter des signes précurseurs avant rupture
- Permet de positionner les enjeux en dehors des zones instables (remontées mécaniques)
- Monitoring possible (ne nécessite pas d'intervention sur le terrain en période de crise)



► Limites:

- Lidar :
 - Contraint par les données disponibles pour le choix du t0
 - Manque de détail entre les acquisitions
- Photo
 - Besoin de puissance de calcul importante pour la photo
 - Zone d'étude restreinte et dégradée par la présence de végétation / neige



Merci de votre attention!

