



europa.maregionsud.fr



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

# Programme Opérationnel Interrégional FEDER du Massif des Alpes

(soumis février 2016; évalué juin 2016; démarrage janvier 2018)

## SIMOTER

Mise au point d'un Système d'instrumentation de mouvements de terrain pour l'aide à la décision dans les territoires de montagne



# PROJET SIMOTER

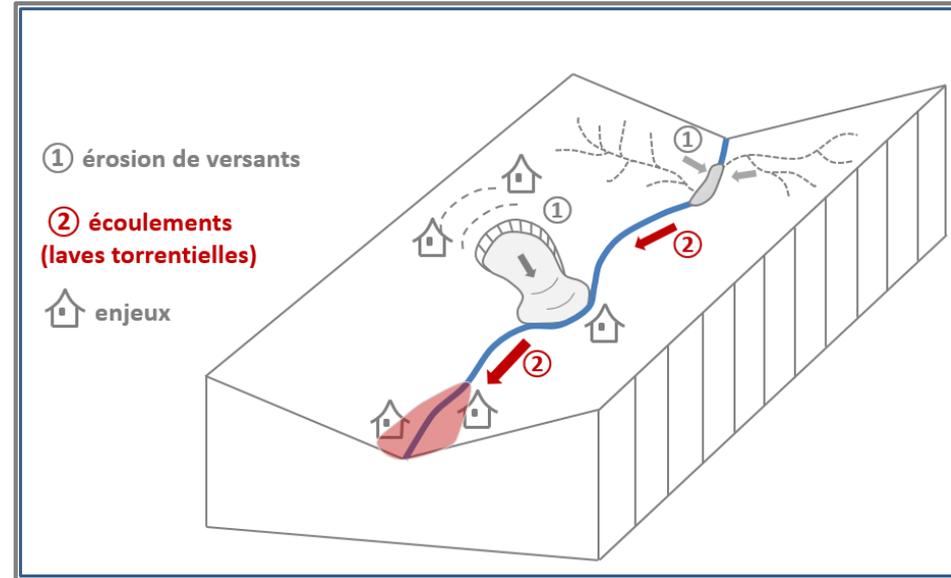
## Objectifs

### Objectif scientifique

Etudier les risques résultant de l'interaction entre un glissement de terrain et un torrent produisant des laves torrentielles.

### Objectif opérationnel

Expérimenter un système de surveillance permettant une stratégie de gestion intégrée des risques.



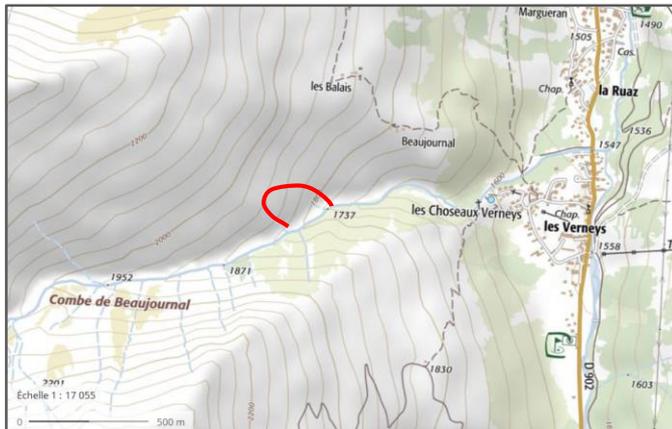
Résultats transposables sur d'autres sites du Massif Alpin affectés par les mêmes phénomènes gravitaires.

## Partenariat

- ISterre (Institut des Sciences de la Terre, Université de Grenoble Alpes)    Projet **SIMOTER 1**
- ETNA (Érosion Torrentielle, Neige et Avalanches, IRSTEA)    Projet **SIMOTER 2**
- Communes de Valloire et Peone, RTM73, RTM06, Geolithe

# PROJET SIMOTER 1

**Site Pilote:** Combe de Beaujournal, Rieu Benoit, Valloire



## Actions

1. Caractérisation et de compréhension du site
2. Conception et mise en place d'un système surveillance
3. Développement et application d'une nouvelle technique d'instrumentation (RFID)
4. Transfert de techniques et connaissances et de diffusion d'information

## Système d'instrumentation

- Prototype pour surveillance dans toutes les conditions météorologiques
- Mesures en surface et en profondeur

## Résultats attendus

1. **Compréhension des interactions** entre l'érosion des versants (par ravinement ou glissement) et le remplissage des ravines susceptibles de créer les conditions pour l'occurrence de laves torrentielles.
2. **Expérimentation sur le site pilote** d'un **système de surveillance** permettant de suivre l'évolution de l'érosion/instabilité des versants et le remplissage des ravines par le matériau glissé.
3. **Etablissement de scénarios de glissements de terrain** et d'activité érosive de versants pour évaluer les volumes susceptibles de remplir la ravine
4. **Co-construction d'une méthode de gestion intégrée** des risques gravitaires couplés (mouvements de terrain et torrentiels), combinant un développement de la connaissance sur les phénomènes et une stratégie d'action préventive associant les acteurs locaux.
5. **Augmentation de la sensibilisation et de la résilience de la population** par rapport aux risques naturels

*Résultats transposables sur d'autres sites du Massif Alpin affectés par les mêmes phénomènes gravitaires*

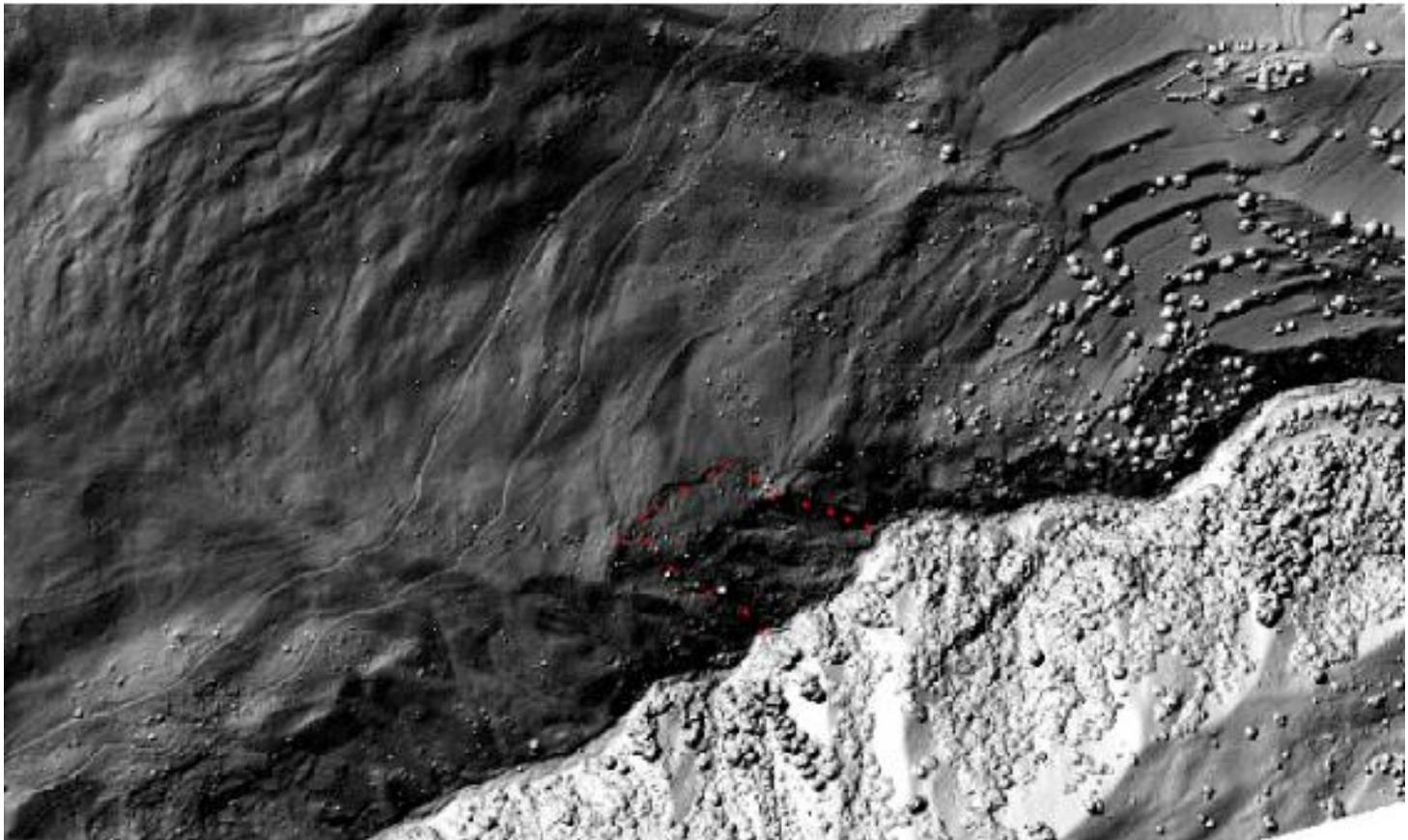
## Action 1: Caractérisation et compréhension du site

- **Lidar hélicopté** (Irstea) **et Lidar terrestre** (Géolithe, octobre 2018)
- **Prises de vues photogrammétriques** réalisées en 2015, 2016 et 2018 pour évaluer l'activité du mouvement de terrain
- **Levé géologique**
- **Campagne de reconnaissances géophysique en juillet 2018** pour estimer la géométrie du glissement et, en particulier, son volume.

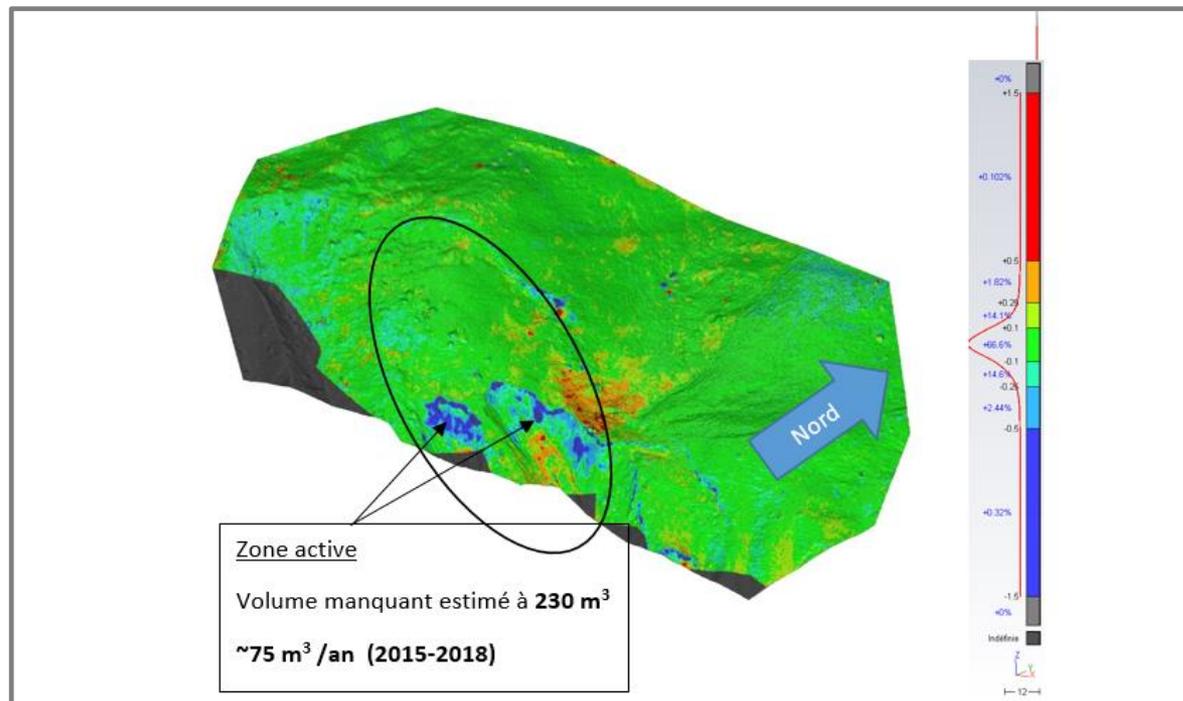
# PROJET SIMOTER 1

## Action 1

### Lidar héliporté



- **Prises de vues photogrammétriques** réalisées en 2015, 2016 et 2018 pour évaluer l'activité du mouvement de terrain
- Erosion moyenne dans zone ravinée: 75 m<sup>3</sup>/an



Déplacements différentiels entre les modèles numériques de terrain de 2015 et de 2018.

# PROJET SIMOTER 1

## Action 1

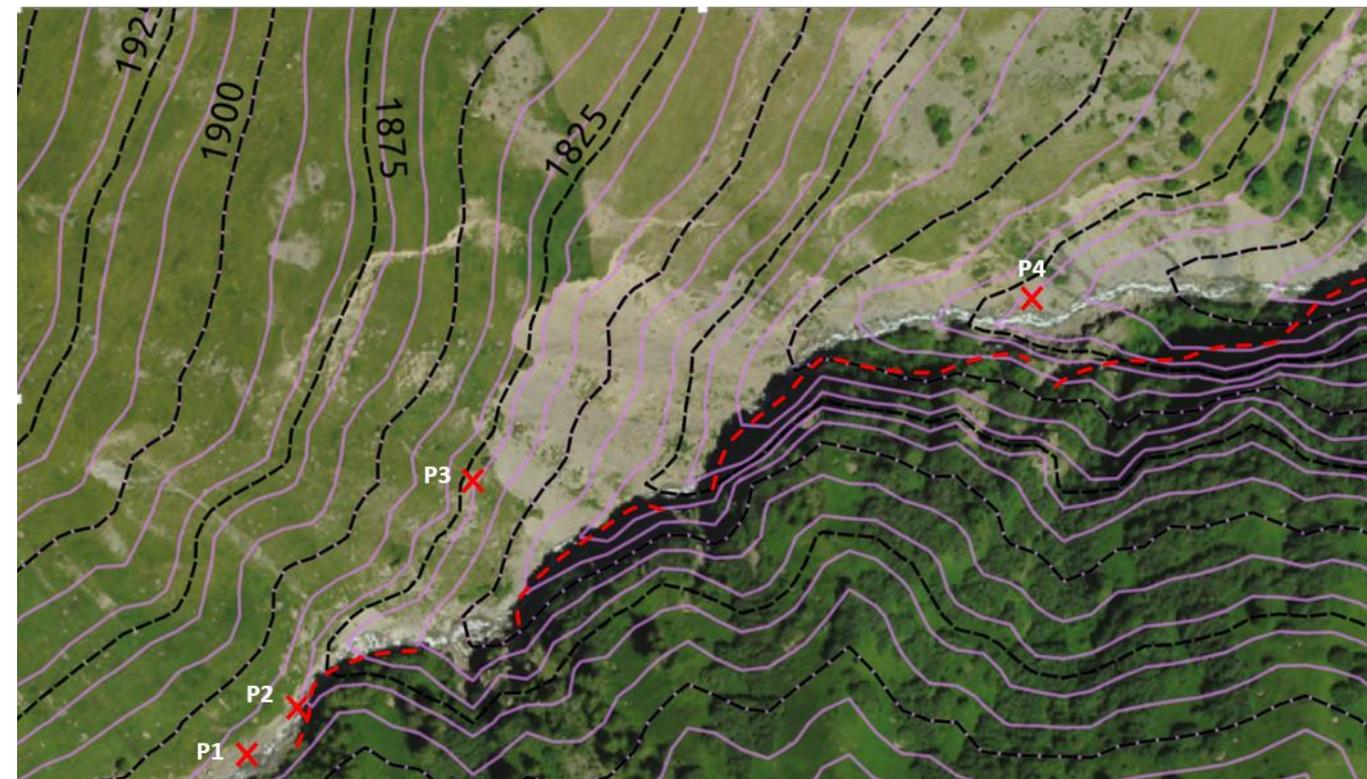
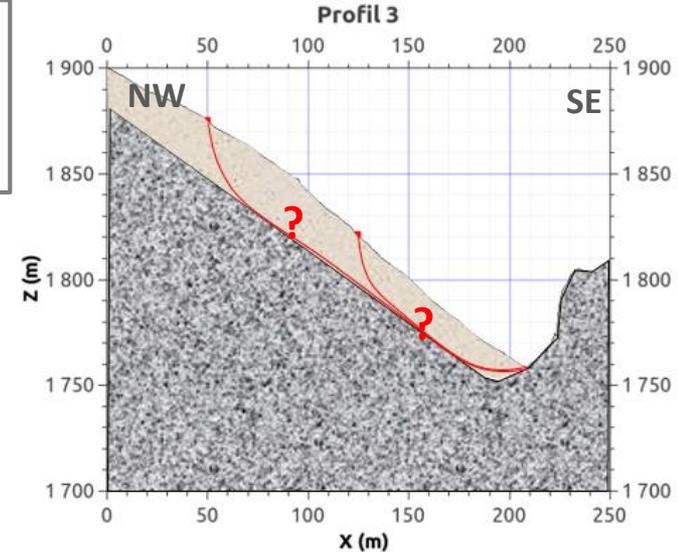
### Cadre géologique

Flyschs recouverts d'une couche de moraine d'épaisseur inconnue

**eG:** Flyschs gréseux

**Ez:** Eboulis

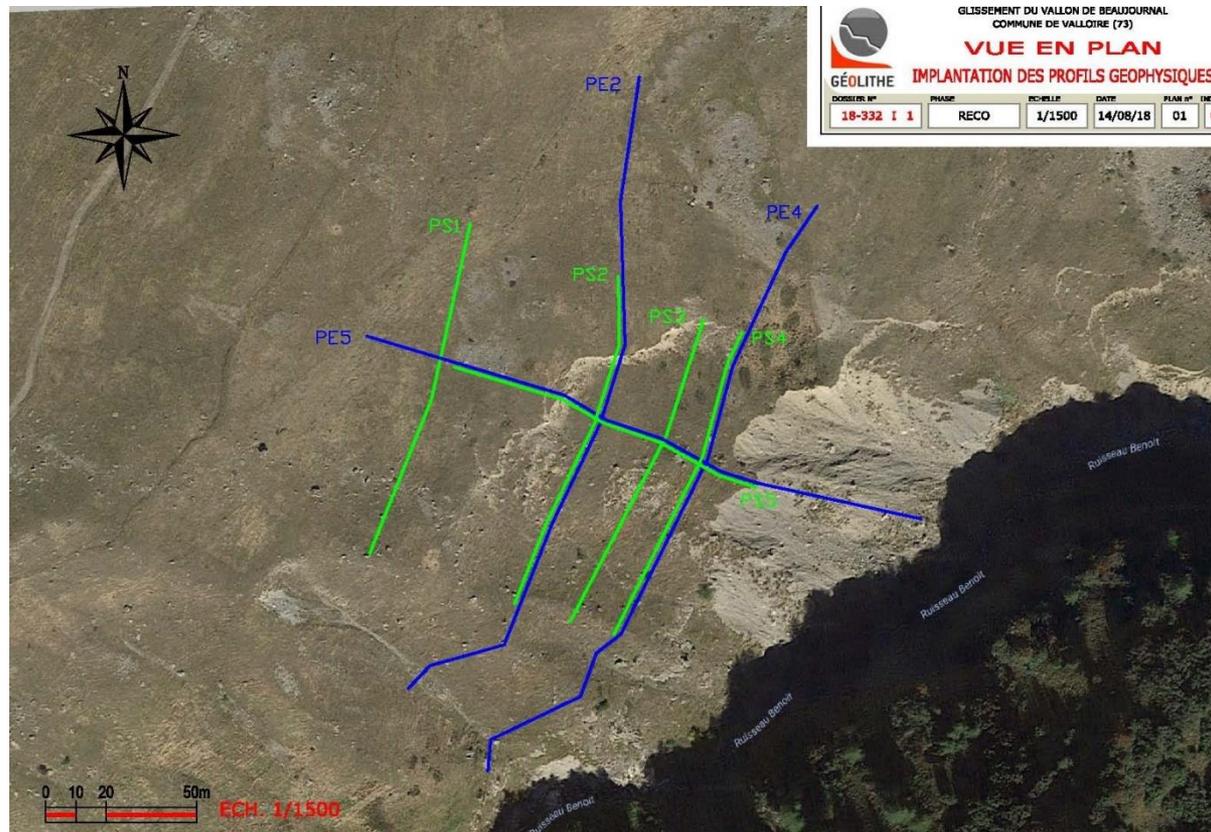
**Gw:** Moraines du Wurm



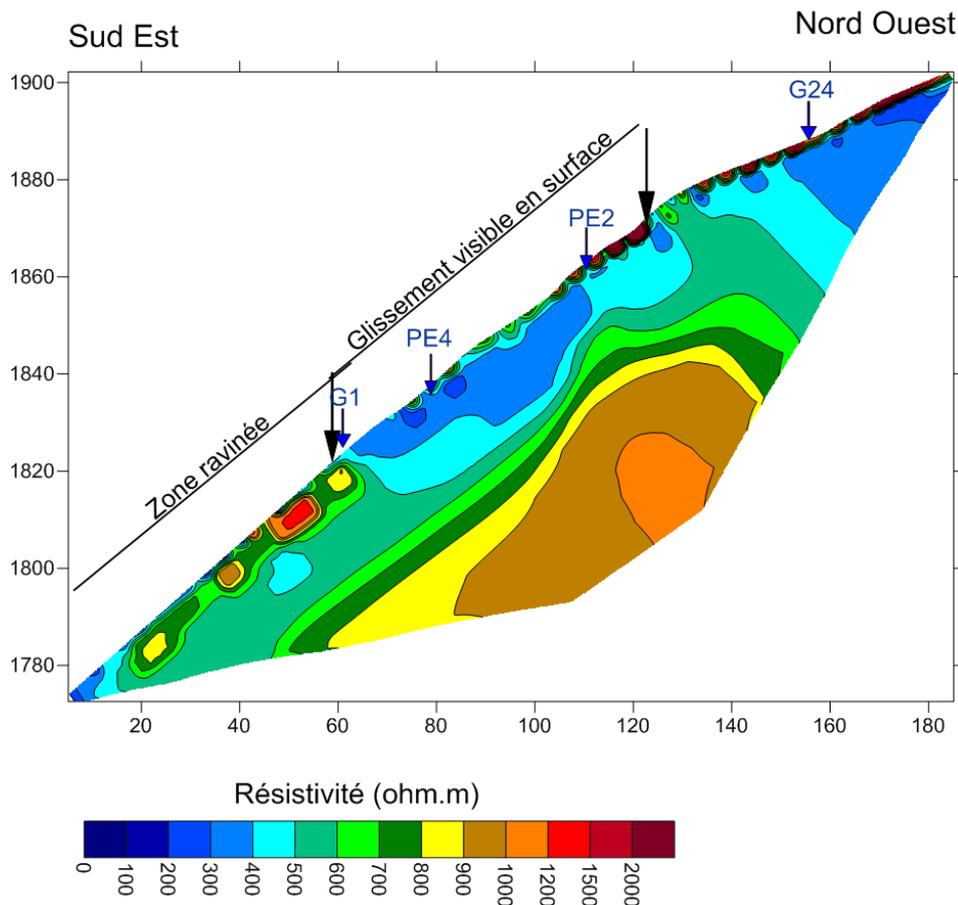
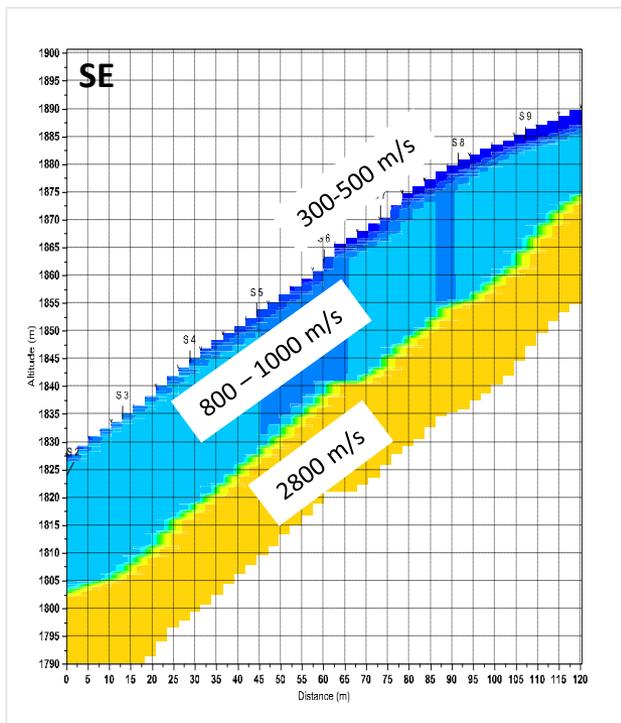
Point	Localisation	Description
P1	Lit du ruisseau	Flyschs gréseux. SO: Horizontale
P2	Lit du ruisseau	Flyschs gréseux. SO: N190/30E
P3	Affleurement rocheux dans versant Nord en amont du glissement	Flyschs gréseux.
P4	Lit du ruisseau ; versant Nord	Contact flyschs gréseux surmontant schistes noirs avec suintement eau SO: sub-horizontale
-	Affleurement rocheux (falaise) continu	Flyschs gréseux avec bancs métriques de grés et passés schisteuses, intensément plissés et fracturés. Passage de failles.

## Campagne de reconnaissances géophysiques

- 5 profils sismiques de longueur 120 m  
24 à 48 géophones verticaux  
11 à 17 tirs par profil (masse 8 kg et fusil sismique)
- 3 profils électriques de longueur 200 m
- Positionnement : GPS RTK



### Action 1



### Interprétation

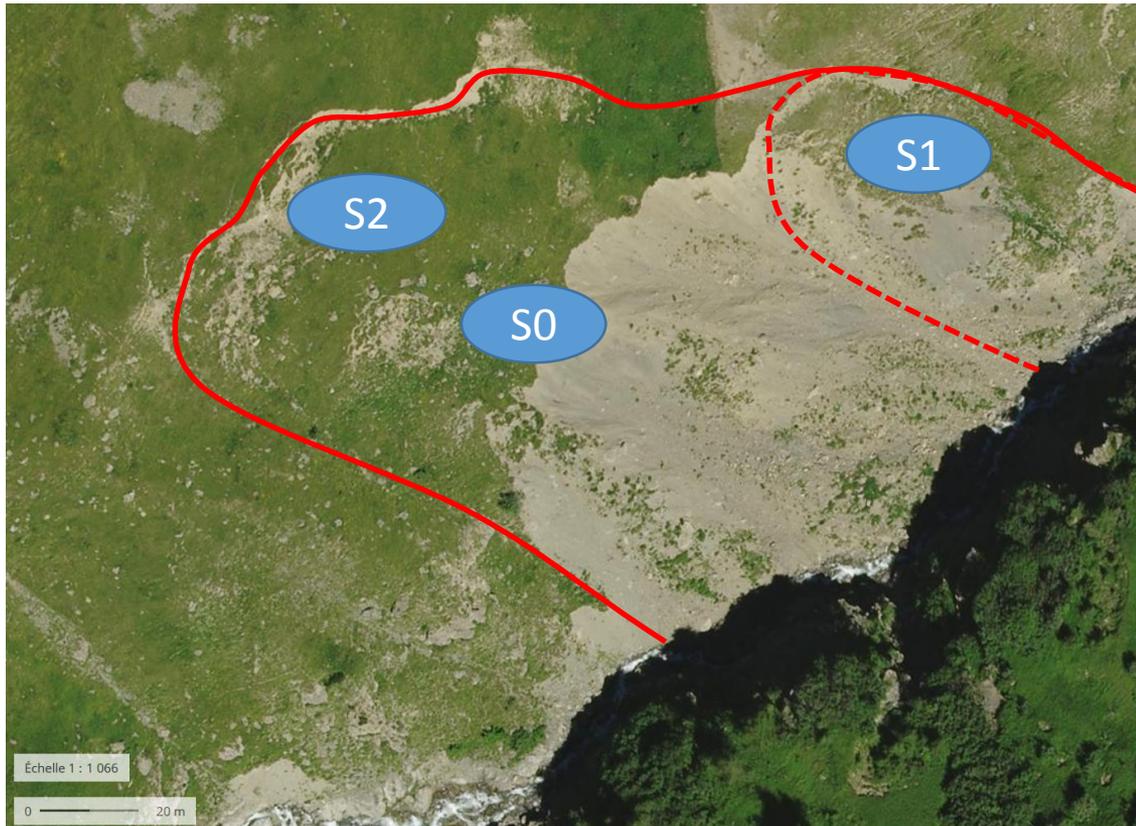
Couche	Vp (m/s)	$\rho$ (ohm.m)	Epaisseur (m)	Nature des terrains
1	300 - 500	Très variable	1 - 4	Terre végétale et colluvium
2	800 - 1000	300 - 600	15 - 25	Moraines non saturées
3	2800	800 - 1000	-	Flyschs gréseux

- Etablissement de scénarios de évolution du versant.

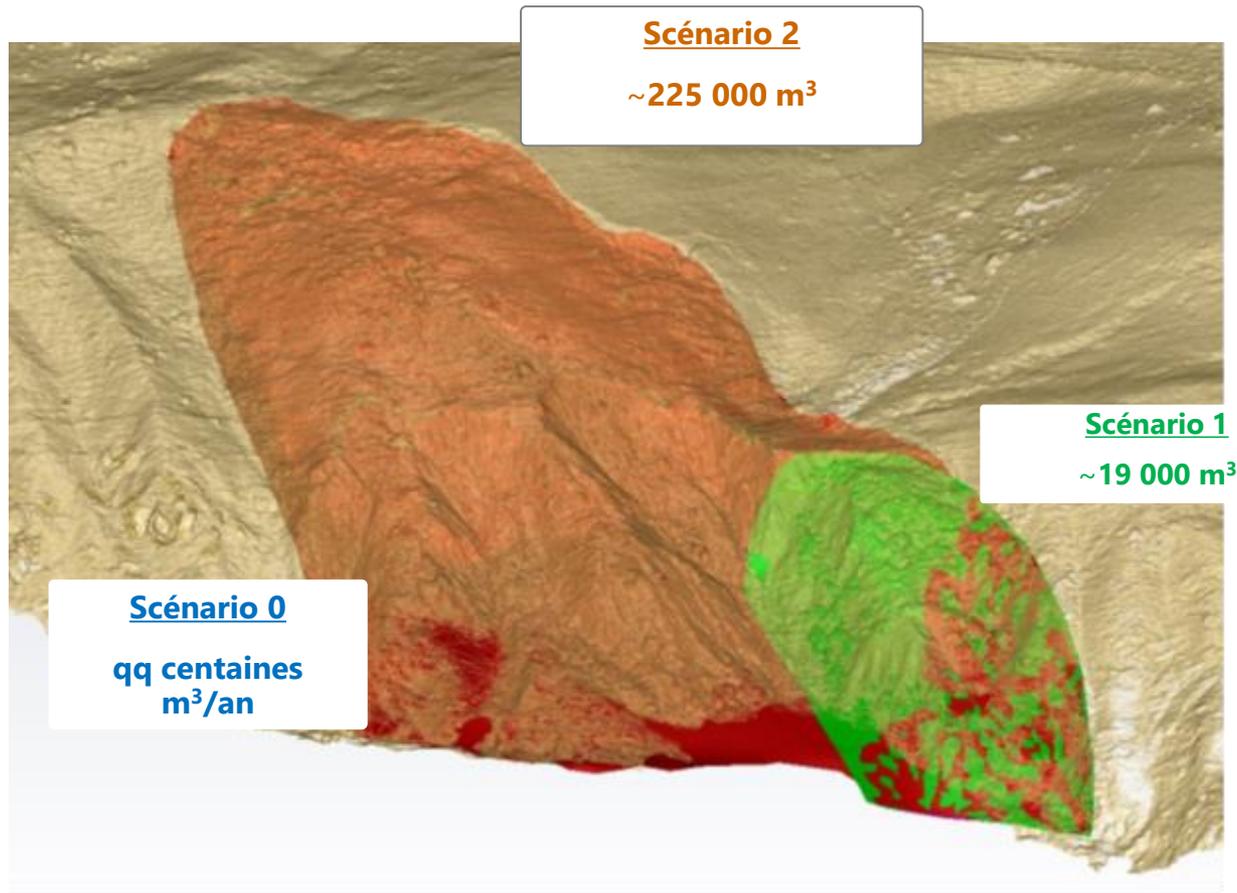
*Scénario 0* : érosion régressive continue de la zone ravinée

*Scénario 1* : petit glissement en aval

*Scénario 2* : grand mouvement englobant tout jusqu'à escarpement principal



- Etablissement de scénarios avec estimation de volume



## Action 2: Conception et mise en place d'un système surveillance (photogrammétrie, capteurs sismiques)

### Conception

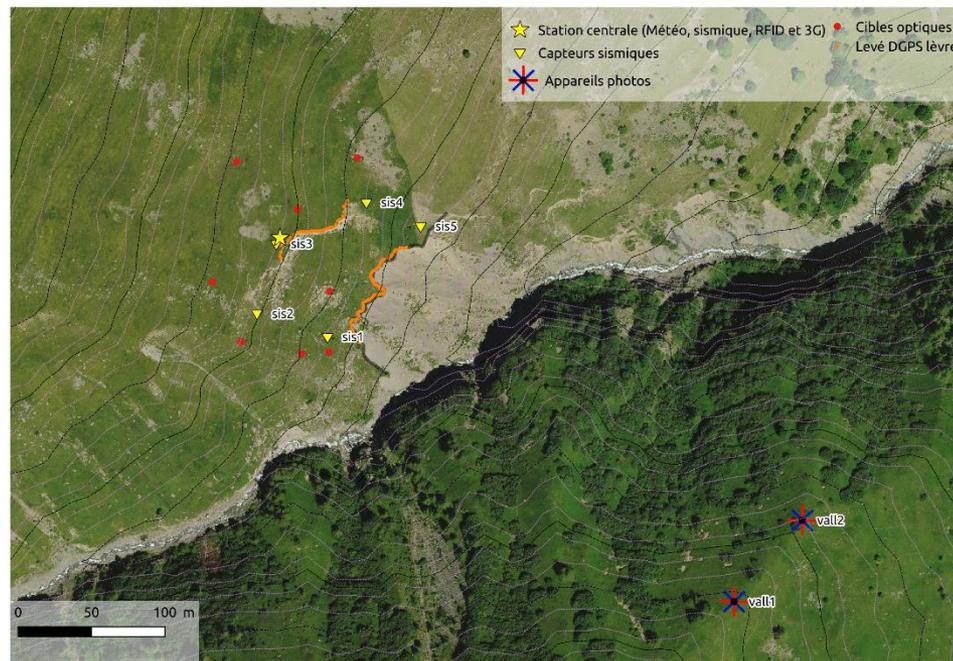
- Tests sur du matériel sismique (capteurs sans fil) : résultats négatifs –repli sur solution avec câbles
- Tests d'un système de mesures RFID: positifs

### Mise en place

- Installation des deux stations photogrammétriques
- Installation d'une station meteo
- Installation de 5 capteurs sismiques et d'une station d'acquisition
- Installation d'un système de mesures RFID (Radio Frequency Identification)

## Action 2: Instrumentation

<i>Date installation</i>	<i>Matériel</i>	<i>Spécifications</i>	<i>Localisation</i>
13 juin 2019	2 appareils photos	Boîtiers Canon Rebel T6 avec objectifs Canon 50mm f/1.8	Rive droite
	1 station météorologique	Station Davis Vantage Pro 2	Rive gauche en dehors glissement
29 aout /8 octobre 2019	1 station d'acquisition et 5 capteurs sismiques	station Centaur 6 voies 5 capteurs L4C-1D	Rive gauche autour glissement
xx novembre 2019	Système de mesures RFID		Rive gauche sur glissement





*Station météo*



*Station photogrammétrique*



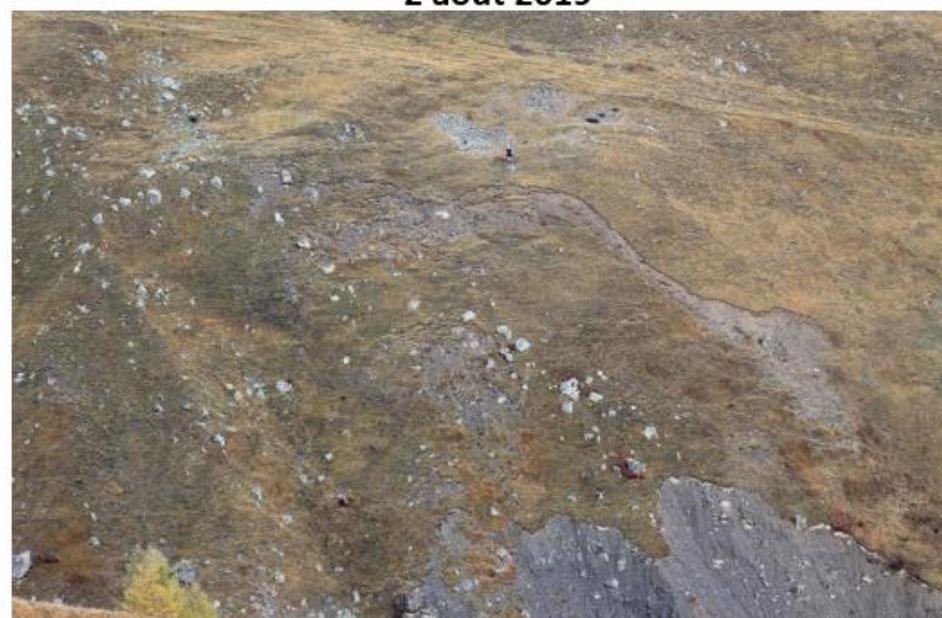
**30 juin 2019**



**2 aout 2019**



**13 septembre 2019**

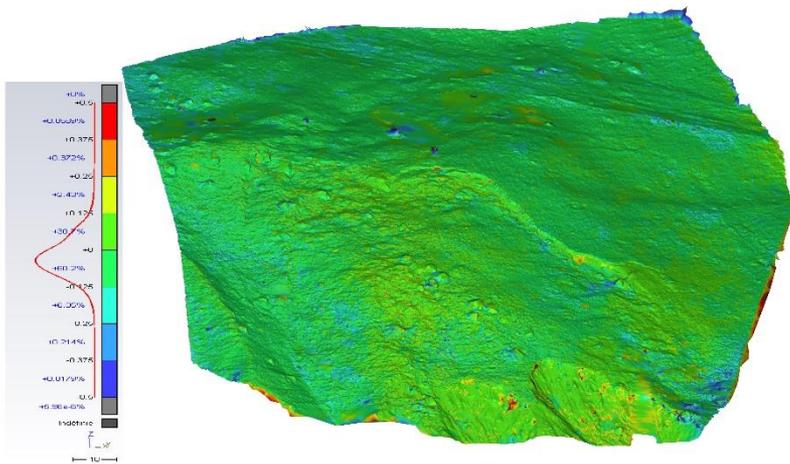


**2 novembre 2019**

# PROJET SIMOTER 1

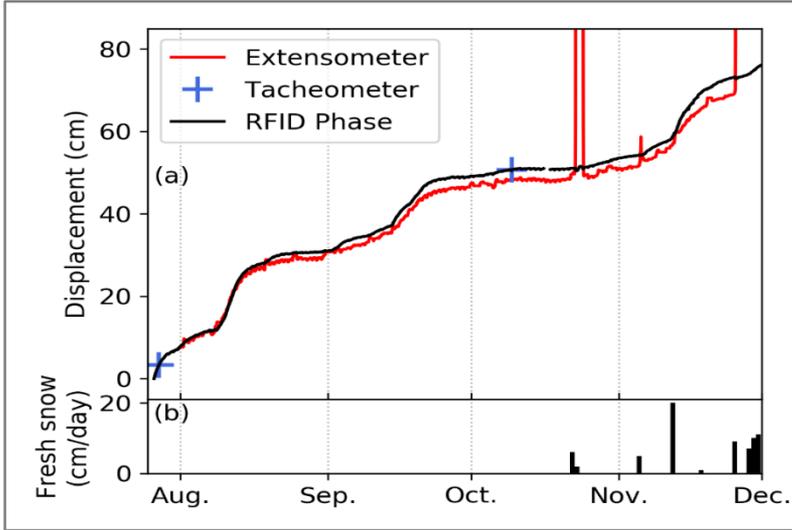
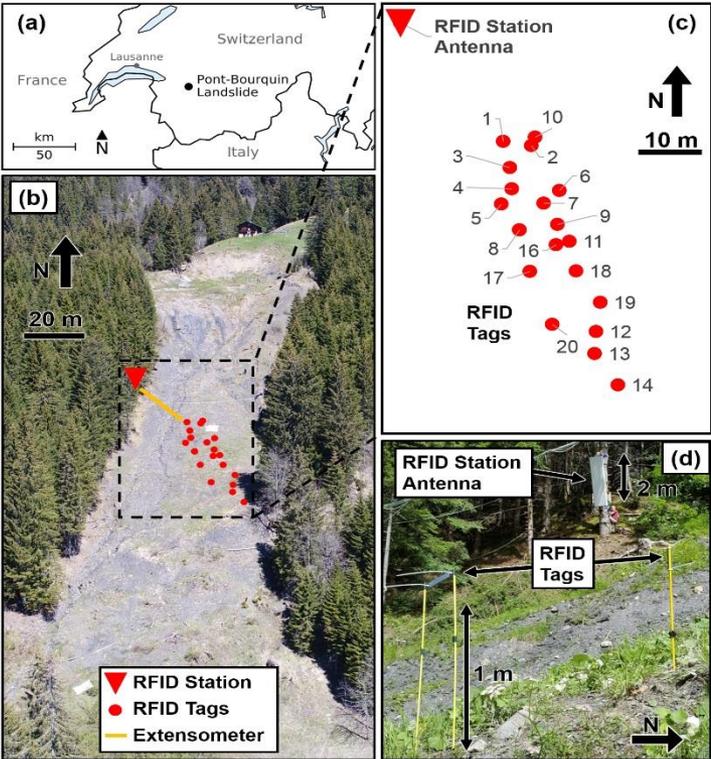
## Différence de MNT entre le Lidar terrestre (octobre 2018) et la photogrammétrie en aout 2019

Pas de mouvement  
significatif observable.



## Action 3: Développement et application d'une nouvelle technique d'instrumentation (RFID)

- Tests sur l'applicabilité du matériel RFID (Radio Frequency Identification) sur le site de Pont Bourquin (Suisse), y compris dans des conditions neigeuses



Comparaison des déplacements mesurés par extensomètre et RFID

Le Breton et al., Eng. Geology, 2019

## Action 4: Transfert de techniques et connaissances et de diffusion d'information

### Transfert

- Données: accès aux photos
- Techniques: à définir

### Diffusion d'information

- Installation de panneaux d'information
- A définir

## Difficultés rencontrées

### Tests

- Impossibilité de faire fonctionner le matériel sismique sans fil
- Nouvelle version matériel photogrammétrique

### Installation

- Conditions difficiles (accès)
- Alimentation autonome exigeante (RFID)

### Achat de matériel

- Règles d'achat trop contraignantes (3 devis pour achat > 1€)

## Perspectives

### Acquisition

- Durant 1 cycle saisonnier (année 2020)

### Traitement des données

- Conclusions sur fiabilité matériel
- Conclusions sur pertinence des méthodes

### Association de la population pour une gestion intégrée

### Futur de l'instrumentation ?