



Présentation générale du projet MIROIR (Morpho-dynamique de deux tRonçons de vallées instables dans les alpes Occidentales : cinématique et suivi opérationnel).

Application aux Gorges de l'Arly (Savoie) et à la haute Vallée du Guil dans le Queyras (Hautes Alpes)



Problématique du projet MIROIR

Certaines vallées alpines encaissées sont soumises à des instabilités de versants historiques plus ou moins actives, susceptibles d'engendrer lors des épisodes de crues d'importants dommages directs mais aussi indirects (en aval) sur les activités économiques et sur les infrastructures routières.

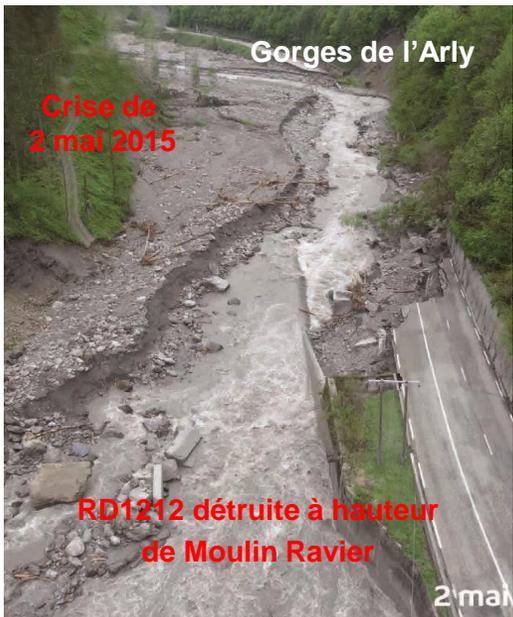
Du fait du changement climatique, il devient important d'arriver à estimer les volumes de ces apports solides de versant potentiels puis de modéliser leur transport solide dans les cours d'eau torrentiels afin de s'y préparer (mise en place de dispositifs de suivis préventifs adaptés), pour pouvoir ensuite transposer cette gestion intégrée des risques à d'autres cas concrets de vallées alpines françaises et européennes.

➤ Projet né dans les Gorges de l'Arly en mai 2015

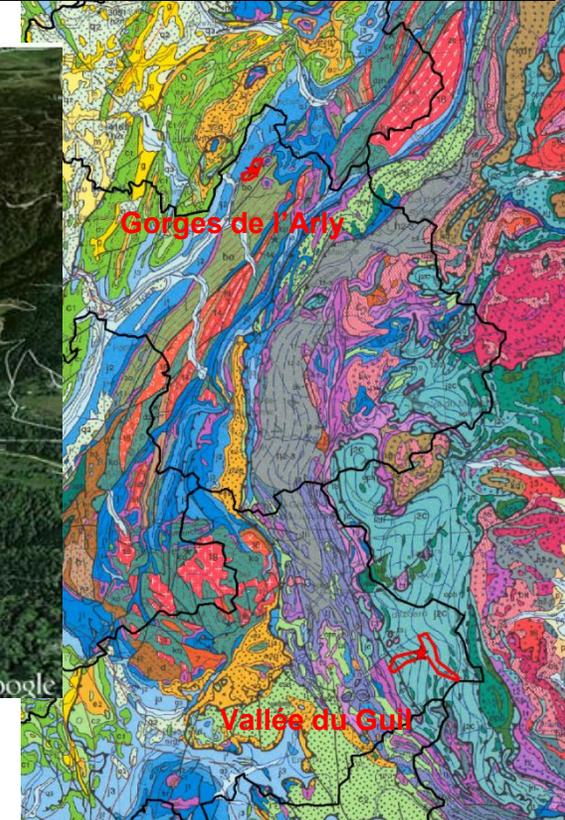
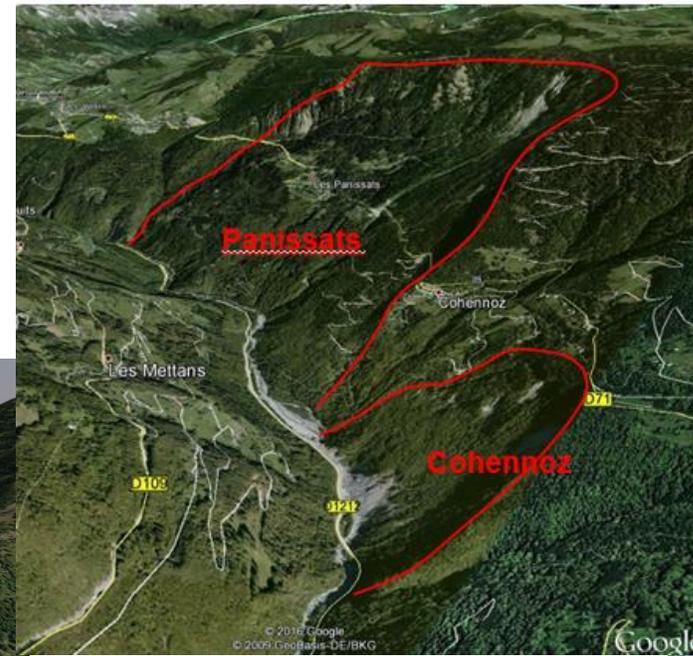
- ✓ Glissements de versant historiques +/- stabilisés, avec une activité résiduelle sporadique globalement méconnue, mais qui concerne des volumes mobilisés bien plus conséquents (départ de quelques milliers à plusieurs centaines de milliers de m³) que les "habituels" éboulements rocheux qui affectent régulièrement la RD1212;
- ✓ Importants dégâts en début mai 2015 sur le secteur des Panissats et du Moulin-Ravier sur Cohennoz (> 10 M€) puis réactivation du glissement de Montgombert en 2016 sur Ugine qui mobilise activement les acteurs locaux pour arriver à maintenir la liaison routière ouverte (accès à la Haute Savoie et notamment aux stations de ski),
- ✓ Situation assez similaire (contexte géologique, enjeux....) de réactivation progressive initiée en 2014 d'un flanc de versant instable au niveau de la haute vallée du Guil dans le Queyras, avec le glissement du Pas de l'Ours (Hautes-Alpes).



Deux tronçons de vallée, un peu en miroir l'une de l'autre, Gorges de l'Arly / Haute Vallée du Guil



	Gorges de l'Arly	Haute vallée du Guil
Situation de la vallée	encaissée et zone de passage	encaissée et enclavée
Altitudes	500 - 1800 m NGF	1400 - 2500 m NGF
Géologie	Micaschistes de la Série Satinée	Schistes Lustrés
Activité	glissements, coulées de boue et chutes de blocs	glissements, coulées de boue
Zones historiquement instables	3 principales + au moins 2 autres	nombreuses dont le Pas de l'Ours
Zones réactivées en cours	Mont-Gombert; (Moulin Ravier)	Pas de l'Ours
Cours d'eau	torrentiel, forte capacité de transport solide	torrentiel, forte capacité de transport solide
Contexte hydromorphologique	Milieu de bassin versant	Tête de bassin versant
Enjeux directs	axe routier uniquement	axe routier uniquement
Enjeux indirects aval	ZI / ZAC	centre-bourgs ZAC
Enjeux indirects amont	centre bourgs, stations de ski	centre bourgs, stations de ski



Projet MIROIR

- Montage d'un projet sur 3 ans en 2018 (validé au second semestre 2020);
- **Projet Feder-POIA (+ CIMA) avec deux sites alpins mis en // du fait d'une forte similarité** (lithologie assez proche récurrences historiques des mouvements de terrain en versant, vallée torrentielle, enjeux directs limités aux routes mais forts dommages indirects craints, versant peu à pas étudié.....)
 - Gorges de l'Arly en Savoie;
 - Vallée du Haut Guil dans le Queyras.
- Partenaires du projet : ADRGT, BRGM et PNR Queyras.
- En 2020, au démarrage du projet, la crise sur le site du glissement du Pas de l'Ours est pour l'essentiel passée. Les questions restantes y restent nombreuses et donc le projet MIROIR s'y investit (géologie, hydrogéologie.....);
- Le risque torrentiel, envisagé initialement lors du montage, n'a pas pu être intégré mais il reste en ligne de mire;
- Projet démarré en septembre 2020 pour finir officiellement en fin mai 2023;
- Budget autour des 400 KEuros en dépenses éligibles (dont 50 % POIA, 30 % CIMA et 20 % autofinancement).

Projet MIROIR

Objectifs du projet

Démarche prospective : identifier et caractériser au mieux les instabilités de versant présentes mais pas à peu étudiées, notamment en termes de sensibilité au changement climatique, pour essayer ensuite évaluer les possibles dommages prévisibles (directes, mais aussi indirectes dans le contexte de ces vallées alpines encaissées avec cours d'eau torrentiel)

Grandes Phases du projet

- Caractérisation géologique/hydrogéologique/géophysique/géotechnique dans les flancs de vallées des masses mobilisables, en utilisant les méthodes innovantes émergentes (LIDAR, photogrammétrie.....). Appréciation des dynamiques du versant et estimation des volumes d'apports solides potentiels en fonds de vallée au cours d'eau ;
- Un peu d'instrumentation et de suivi de sites actifs (photogrammétrie, hydro-climatique);
- Mise en situation au vu des scénarios les plus probables pour estimer en contexte de changement climatique les dommages physiques (voire économiques);
- En fonction des dommages ainsi estimés, et si besoin au vue du risque, proposer des recommandations (actions préventives à plus ou moins long terme).

Résultats attendus :

- Conclusions des études prospectives sur la qualification et quantification des risques liés à ces instabilités historiques de versant, et notamment définition de recommandations pour la gestion locale des risques intégrés (si besoin dispositifs opérationnels adaptés au contexte local graduels : vigilance, puis suivi en cas ultime d'alerte);
- Comparaison avec les autres sites français et européens (à la faveur d'autres actions européennes passées ou en cours) en vue de transposition ultérieure aisée à d'autres vallées alpines concernées et une déclinaison locale facilitée.

Articulations du projet

Projet MIROIR

- **WP1 : Gouvernance du projet ;**
- **WP2 : Collecte et acquisition de données;**
- **WP3 : Caractérisation des masses instables et des cinématiques en jeu et instrumentation;**
- **WP4 : Simulation de scénarios de risques;**
- **WP5 : Conclusions, transposition et communication.**

WP2 : Collecte et acquisition de données :

- **Collecte** des données existantes (RTM, CDs, DDTs, IGN, OMIV....)
Notamment les photos aériennes anciennes, images satellites Radar, données déformations....
- **Acquisition** spécifique complémentaire :
 - Levé **géologique**, premières campagnes **hydrogéologiques**;
 - Acquisition **géophysique** légère, levé d'indices géomorphologiques;
 - télédétection de mouvement sur la base d'image terrestre fixe.

WP3 : Caractérisation des masses instables et des cinématiques en jeu et instrumentation;

- Analyses multi-temporelles photogrammétrique et interférométrie radar;
- Identification et caractérisation des masses instables dans les versants (géométrie, activité ...);
- Cinématiques des versants;
- Instrumentation : suivi photogrammétrique (piézométrique).

WP4 : Estimation intégrée des risques :

- Détermination des mouvements de versant les plus critiques et sensibles aux événements climatiques (seuils hydroclimatiques) avant choix de scénarii de risques à évaluer avec prise en compte des hypothèses climatiques du GIEC;
- Scénarii de mouvements de terrain réactivés, avec propagation en fond de vallée;
- *Pré-évaluation des dommages physiques et économiques liés à ces scénarii.*

Projet MIROIR

Grandes réalisations du projet

- Collecte de données bien plus longue, fastidieuse et moins fructueuse qu'escomptée, notamment en termes de données numériques (plus particulièrement sur les données de monitoring);
- **Levés géologiques**, objet d'une présentation spécifique du Webinaire ;
- **Nombreuses acquisitions hydrogéologiques, surtout sur le Pas de l'Ours** (campagnes de mesures physico-chimiques, suivi de sources, essai de multi-traçage hydrogéologique, début d'un suivi piézométrique à Aiguilles) mais peu concluantes au final (pas de présentation);

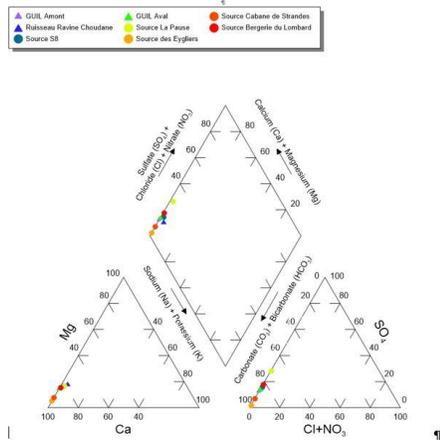
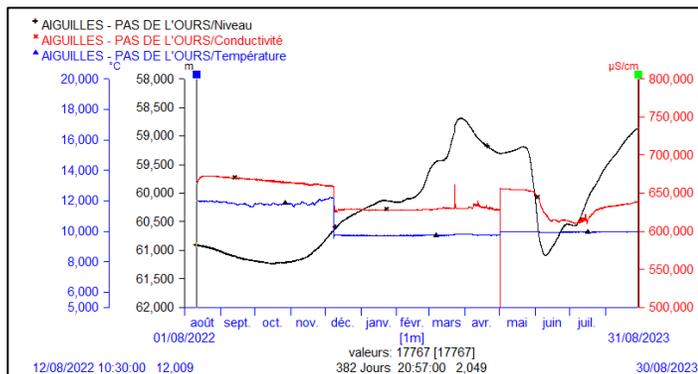
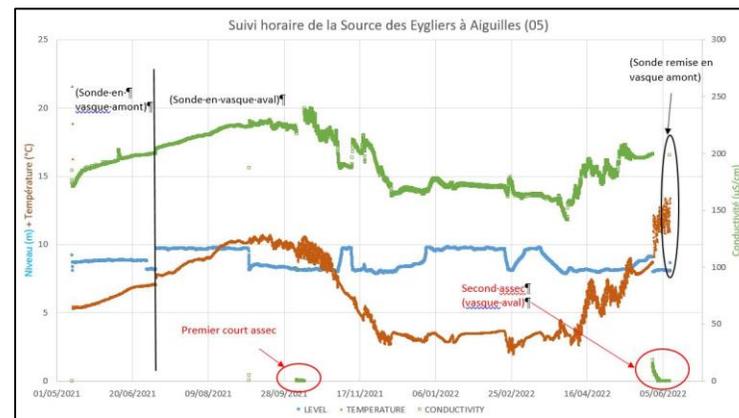
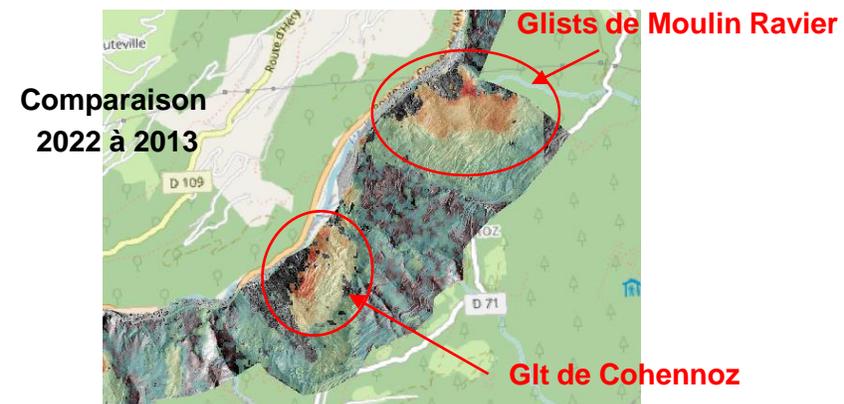
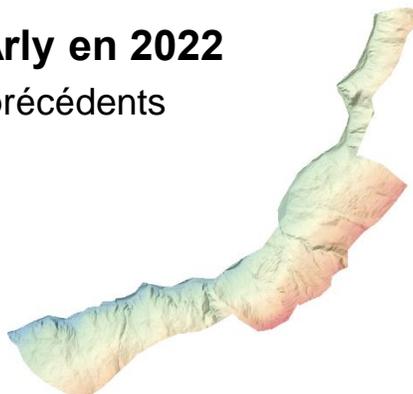


illustration 7--Diagramme de Piper des analyses en éléments majeurs réalisées par le BRGM en mai 2021



- **Levé MNT LIDAR partiel des Gorges de l'Arly en 2022** (pas prévu initialement, puis comparé ensuite aux jeux précédents 2013, 2015 et 2019);



Projet MIROIR

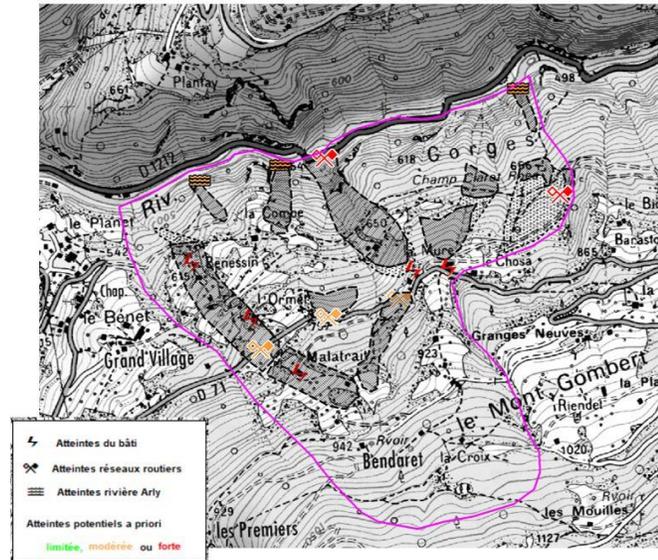
Grandes réalisations du projet

- **Acquisition géophysique nouvelle sur le glissement de Montgombert en lien avec le suivi par image, objet d'une présentation spécifique du Webinaire;**
- **Levés géomorphologiques et suivi de l'activité des versants, notamment sur le glissement du Pas de l'Ours sans plus aucun monitoring depuis 2022 (objet d'une présentation spécifique du Webinaire);**
- **Détermination de seuils d'activité hydro-climatique sur la zone des Gorges de l'Arly, objet d'une présentation spécifique du Webinaire;**
- **Devant l'impasse de pouvoir caractériser la sensibilité climatique des instabilités de versant par des seuils, approche plus classique de caractérisation des glissements de versant par de la modélisation d'instabilité de versant puis de propagation, objet d'une présentation spécifique du Webinaire.**

Journée Va Vers Ton Risque
Le 22 octobre 2022 à Aiguilles
Organisée par le PNR Queyras



Secteur Benessin à ChampClaret (Ugine)



Sur la base des résultats précédents, élaboration à **dire d'expert** sur les **Gorges de l'Arly** de **scénarios de risques illustratifs** des zones de départ en glissement les plus probables, des enjeux pouvant être atteints, des ordres de volumes des masses en jeu (notamment arrivant en fond de vallée). De même pour le **glissement du Pas de l'Ours** avec 3 scénarios de reprises d'activité de + en + importante, largement tributaires de scénarios climatiques de + en + intenses.