Risques – Nouvelle-Aquitaine : Le risque mouvements de terrain dans les Pyrénées : Le projet européen PYRMOVE, prévenir et gérer le risque mouvements de terrain.

Le projet PyrMove se concentre sur la prévention et la gestion des risques associés aux mouvements de terrain dommageables dans les Pyrénées.

Des méthodologies transfrontalières sont proposées pour évaluer le risque associé, ainsi que des outils de quantification, de prévision des aléas pour une gestion adaptée des risques.

Financements / Consortium du projet

Le projet a été cofinancé à hauteur de 65% par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) au travers du Programme Interreg V-A Espagne-France-Andorre (POCTEFA 2014-2020).

Soutien financier du projet PyrMove

Le consortium est constitué des 5 partenaires pyrénéens de la zone POCTEFA : Espagne, France et Andorre

- Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) (Espagne) Partenaire principal (chef de file)
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) (France)
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) (Espagne)
- Centre d'étude et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) (France)
- Institut d'Estudis Andorrans (IEA-CENMA) (Andorre)

Partenaires du projet PyrMove

Objectifs du projet

Le projet PyrMove a pour objectifs de :

- Promouvoir l'adaptation au changement climatique ainsi que la prévention et la gestion des risques géologiques.
- Promotion de l'investissement pour faire face à des risques spécifiques, en assurant une résilience face aux catastrophes et en développant des systèmes de gestion des catastrophes.
- Améliorer la capacité d'anticipation et de réponse des acteurs du territoire face aux risques spécifiques et à la gestion des catastrophes naturelles.
- Sensibiliser les autorités et la population au risque de glissements de terrain.

Lieux, cibles du projet

Le projet PyrMove s'intéresse dans les Pyrénées :

- aux grands glissements de versant susceptibles d'évoluer vers des ruptures catastrophiques. Les grands glissements de terrain sont caractérisés par une surface de

rupture profonde (de plus de 10 m de profondeur) et un volume important de matériaux mobilisés (centaines de milliers à centaines de millions de m^3).

- et aux glissements de terrain dits « multiples » ou (MORLEs : Multiple Occurrence of Regional Landslide Events) correspondant à l'apparition simultanée d'un grand nombre de glissements de terrain en surface après des épisodes de fortes précipitations à l'échelle de territoires.

Tous ces glissements de terrain sont à l'origine chaque année dans les Pyrénées et au niveau de la Région Nouvelle-Aquitaine de dommages aux personnes et de dégâts importants aux biens et aux activités. Le projet vise à améliorer la connaissance et la prévention de tels phénomènes en développant et diffusant des guides et des outils pour une meilleure appropriation du risque à l'échelle des territoires.

Cinq sites pilotes sont identifiés pour le projet : trois grands glissements de terrain situés en Andorre (site de Canillo) et en France (sites de Viella, Hautes Pyrénées, et Gourette, Pyrénées-Atlantiques) et deux zones de glissements de terrain multiples (MORLEs) en France (dans la vallée de Cauterets, Hautes Pyrénées et secteur de Laruns, Pyrénées Atlantiques) et en Espagne (Val d'Aran).

Glissement de terrain à Gourette : impacts D918 à gauche, habitations à droite (source : BRGM)

Résultats du projet

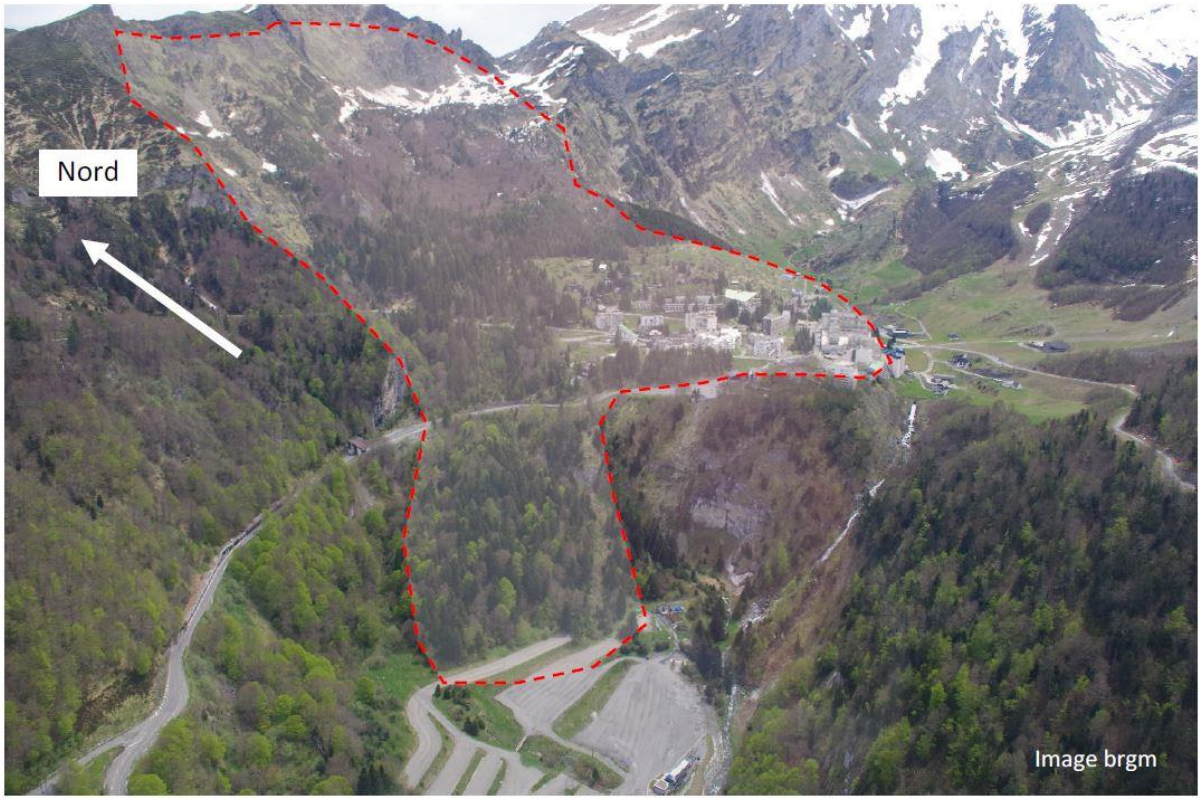
Le projet PyrMove contribue à la gestion du risque de glissement de terrain dans les Pyrénées à travers deux activités principales:

1. **Réduction des risques dans des zones spécifiques confrontées à des problèmes de glissement de terrain**

Des études géologiques / géotechniques sont réalisées sur les 3 sites pilotes comprenant: (i) la compilation des informations existantes, (ii) la caractérisation géologique et géotechnique ;

(iii) la surveillance du déplacement à partir de techniques multiples (iv) l'analyse des conditions de stabilité par des méthodes de base et par des méthodes avancées.

Ces travaux permettront de tester des systèmes de surveillance et d'alerte avec des seuils de comportement (déplacement, vitesse ou accélération) critique des masses en mouvement. Ces seuils seront valorisés pour la réalisation de scénarios de prévention ou de crise à destination des organisations de protection civile pour la définition de systèmes opérationnels de type EWS (Early warning System).



Vue d'ensemble du site pilote de grand glissement de terrain à Gourette (Pyrénées-Atlantiques) (source BRGM)

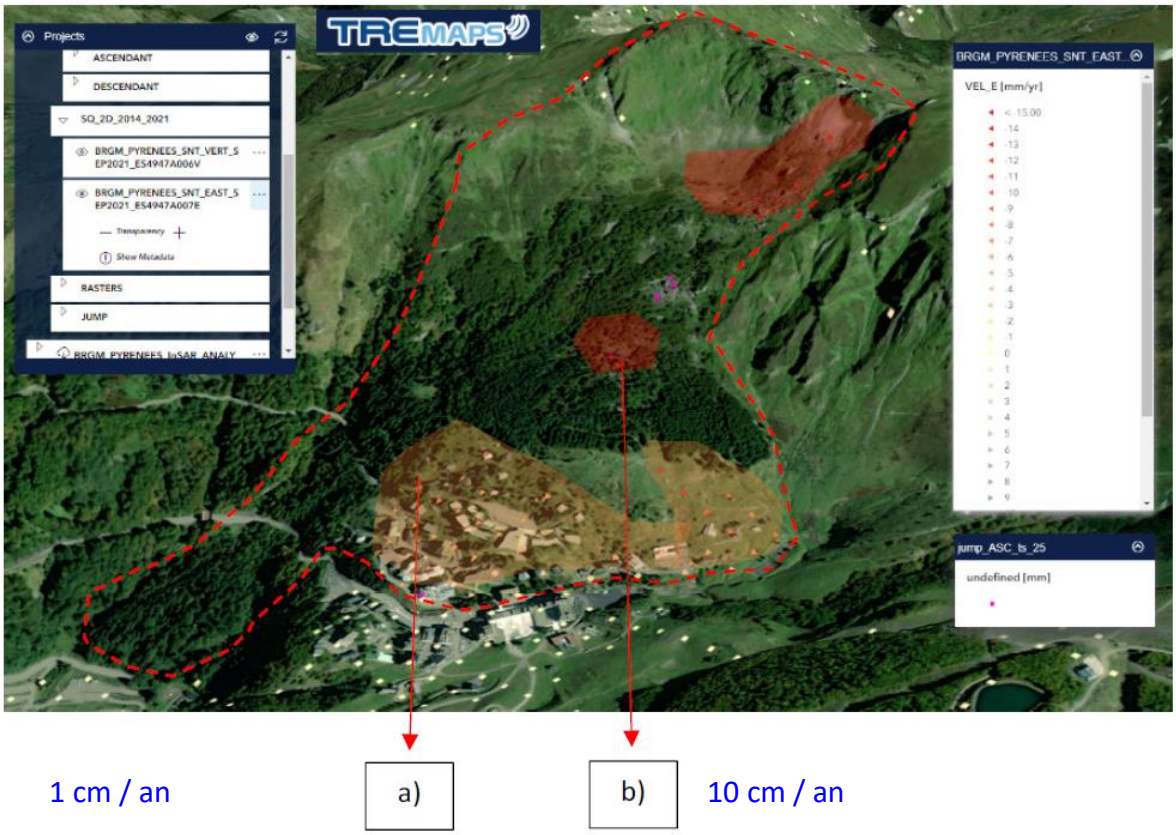
Les méthodes déployées sont multiples :

- sondages inclinométriques pour étudier les ruptures du sol en profondeur :
- interférométrie satelittaire (DInSAR) ;
- installation de bornes GPS ;*
- suivi des niveaux des eaux souterraines dans les piézomètres ;
- instalation d'une station météo locale,

Installation de sondages piézométriques pour mesure de niveau d'eau en profondeur (source BRGM)

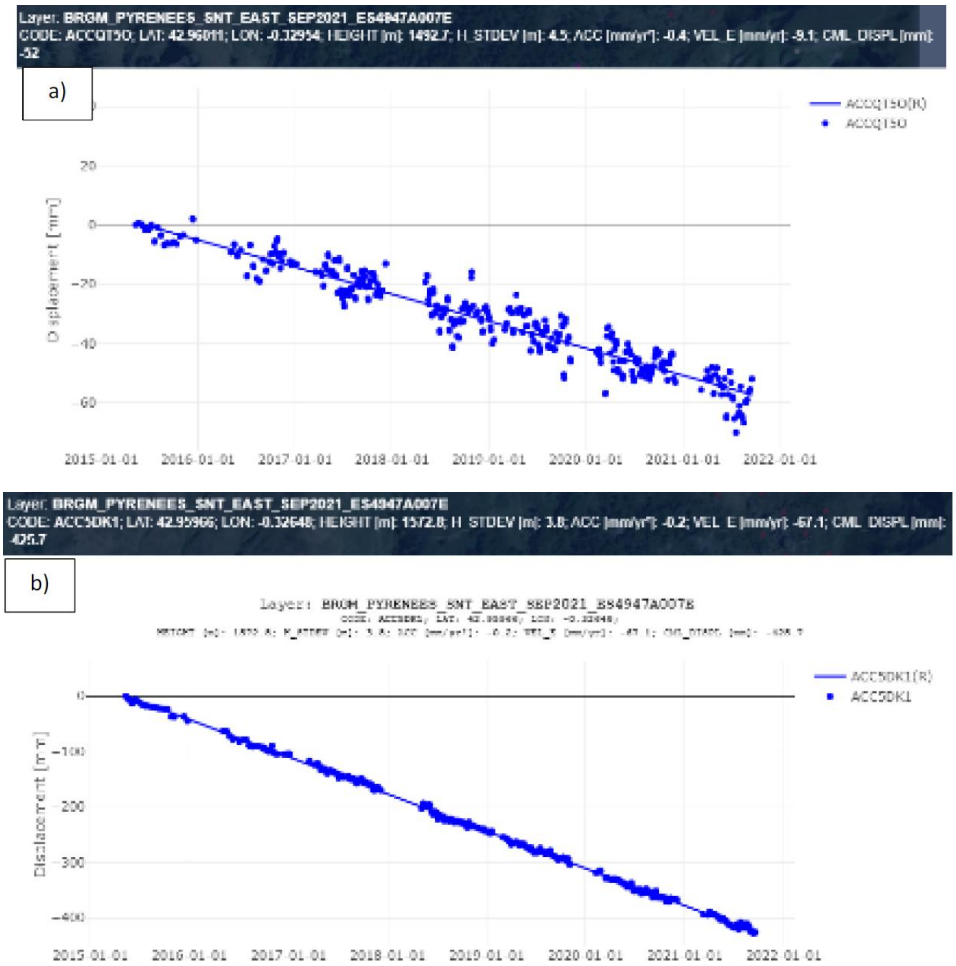
Installation de GPS (à gauche), station météo (au centre), base GPS (à droite) (source BRGM)

Le traitement des données d'interférométrie satellitaire (INSAR) Sentinel-1 a permis de produire une carte des mouvements sur la période 2015 – 2020.



1 cm / an a) b) 10 cm / an

Exemple (1/2) de traitement des données INSAR sur la période 2015 – 2020 du site pilote du grand glissement de terrain de Gourette (source BRGM)



Exemple (2/2) de traitement des données INSAR sur la période 2015 – 2020 du site pilote du grand glissement de terrain de Gourette (source BRGM)

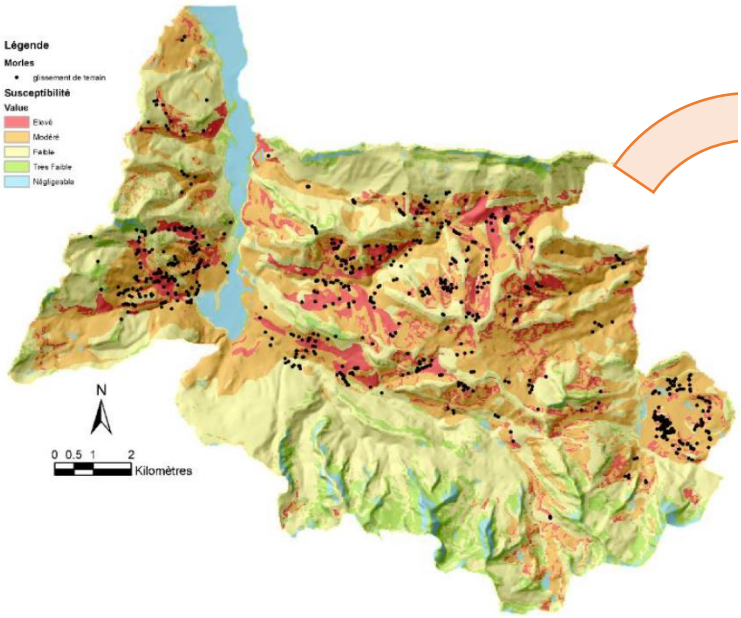
Pour analyser l'aléa glissement de terrain en intégrant des paramètres géotechniques, deux approches existent :

- Les approches déterministes fondées sur des paramètres spatialement explicites, ce sont les approches le plus fréquemment mises en œuvre (van Westen et al., 2006). Des calculs de sécurité pour des pentes données sont calculées soit par des équations de pentes infinies ou de pentes finies ;
- Les approches probabilistes prenant en compte les incertitudes des paramètres géotechniques inhérents à la réalité terrain (Mergili et al. 2014) en leur assignant des distributions probabilistes (Stillwater Sciences, 2007). Ce type d'approche est moins fréquemment mis en œuvre (Thiery, 2007).

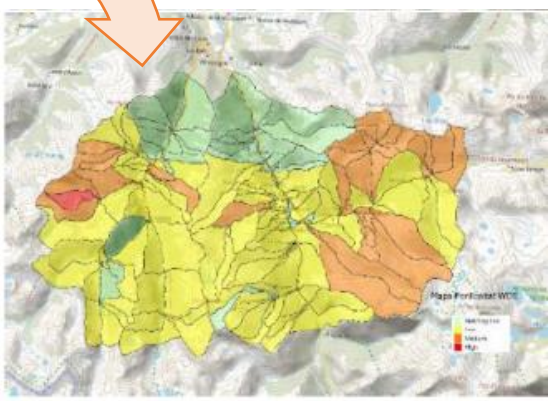
ALICE®, (Vandromme et al., 2019), a permis de mettre en oeuvre ces 2 types d'approche. Ce logiciel d'aide à la cartographie de l'aléa glissement de terrain calcule des cartes de stabilité de pentes sur des territoires de plusieurs kilomètres carrés grâce à une approche quantifiée et spatialisée de la susceptibilité (i.e. rupture potentielle des terrains) selon des facteurs de déclenchement spécifiques (niveau d'eau dans les formations et/ou accélération sismique).

2. **Améliorer la capacité d'anticipation et de réponse face aux risques spécifiques et à la gestion des catastrophes naturelles :**

Un simulateur de crise MORLES est développé associé à une base de données géo référencée qui permet d'évaluer les zones susceptibles d'avoir des glissements de terrain sous l'action d'un facteur déclenchant (précipitations). L'application sur le secteur de Laruns met en évidence des seuils critiques de pluies (E) définis par un couple cumul de pluie / durée des précipitations : $E = 42.4\ D^{0.41}$ [mm/h] avec D nombre de jour de pluies considéré pour le cumul, pour le site de Laruns.



		Susceptibility				
		Very low	Low	Medium	High	Very high
Rainfall	Low	VL	VL	VL	L	M
	Medium	VL	VL	L	M	H
	High	VL	L	M	H	H



À gauche : carte de susceptibilité aux glissements de terrain secteur pilote de Laruns-Eaux-Bonnes-Gourette. En haut à droite : matrice de danger. En bas à droite / Définition de seuils de pluies et cartes de danger (ex. crues de juin 2013 à Cauterets) (source BRGM)

Ces approches à l'échelle d'évènements historiques permettent de proposer des valorisations multiples pour la prévention des phénomènes MORLEs :

- en fonction des périodes de retours de pluies pour dégager les zones les plus exposées spatialement en fonction des sensibilités des terrains et de la violence / fréquence des épisodes pluvieux. Dans ces conditions le simulateur MORLEs peut **permettre d'identifier les zones à risque à l'échelle de territoires** et **guider une stratégie de prévention** pour l'aménagement par exemple ;
- en fonction d'un épisode pluvieux déterminé, soit en retour d'expérience comme réalisé (2013), soit à partir de prévisions de pluies. Dans ces conditions le simulateur MORLEs est un **outil dédié à l'appui à la gestion des crises** pour identifier des secteurs exposés au passage d'un évènement météorologique sévère, soit en temps réel (à partir de relevés) soit via un système de vigilance-alerte (à partir de prévisions).

Le séminaire de restitution des résultats aux gestionnaires de crise et au grand public s'est tenue les 17 et 18 mai 2022 à Vielha (Espagne). L'atelier a permis d'utiliser les outils développés au cours du projet comme le tutoriel sur la physique des glissements de terrain sous le logiciel libre Algodoo, les plugins pour les cartes de susceptibilité et pour le simulateur MORLES sous le logiciel libre Qgis.

Ce projet a fait l'objet de vidéos :

- les mouvements de terrains au cœur de la recherche : https://www.youtube.com/watch?v=6X1-e_8rEws&pp=ygUHcHlybW92ZQ%3D%3D
- Projet POCTEFA PYRMOVE: Glissements de terrain dans les Pyrénées : https://www.youtube.com/watch?v=wzjx47AUnGU

Pour aller plus loin :

Visiter le site internet du projet PyrMove : https://PyrMove.eu/

Autres vidéos sur :

- https://www.youtube.com/@PyrMoveproject596
- https://www.youtube.com/watch?v=hIj0iTomAjA

BRGM (2022). Site de Gourette – Etude géologique et géotechnique. Moyens déployés en instrumentation. Valorisation. Auteurs : S. Bernardie, C. Levy, B. Colas, Y. Thiery, H. Jalilian Mashhoud, P. Courbier, I. Bouroullec