

we detect to protect

GEO PREVENT

RADAR INTERFÉROMÉTRIQUE



 PART OF
HEXAGON

Pour la surveillance permanente et/ou périodique,
indépendamment des conditions météorologiques, des
déformations les plus infimes sur les parois rocheuses ou les
glaciers.



GEOPRÆVENT AG – part of Hexagon
Räffelstrasse 28
8045 Zurich
Suisse

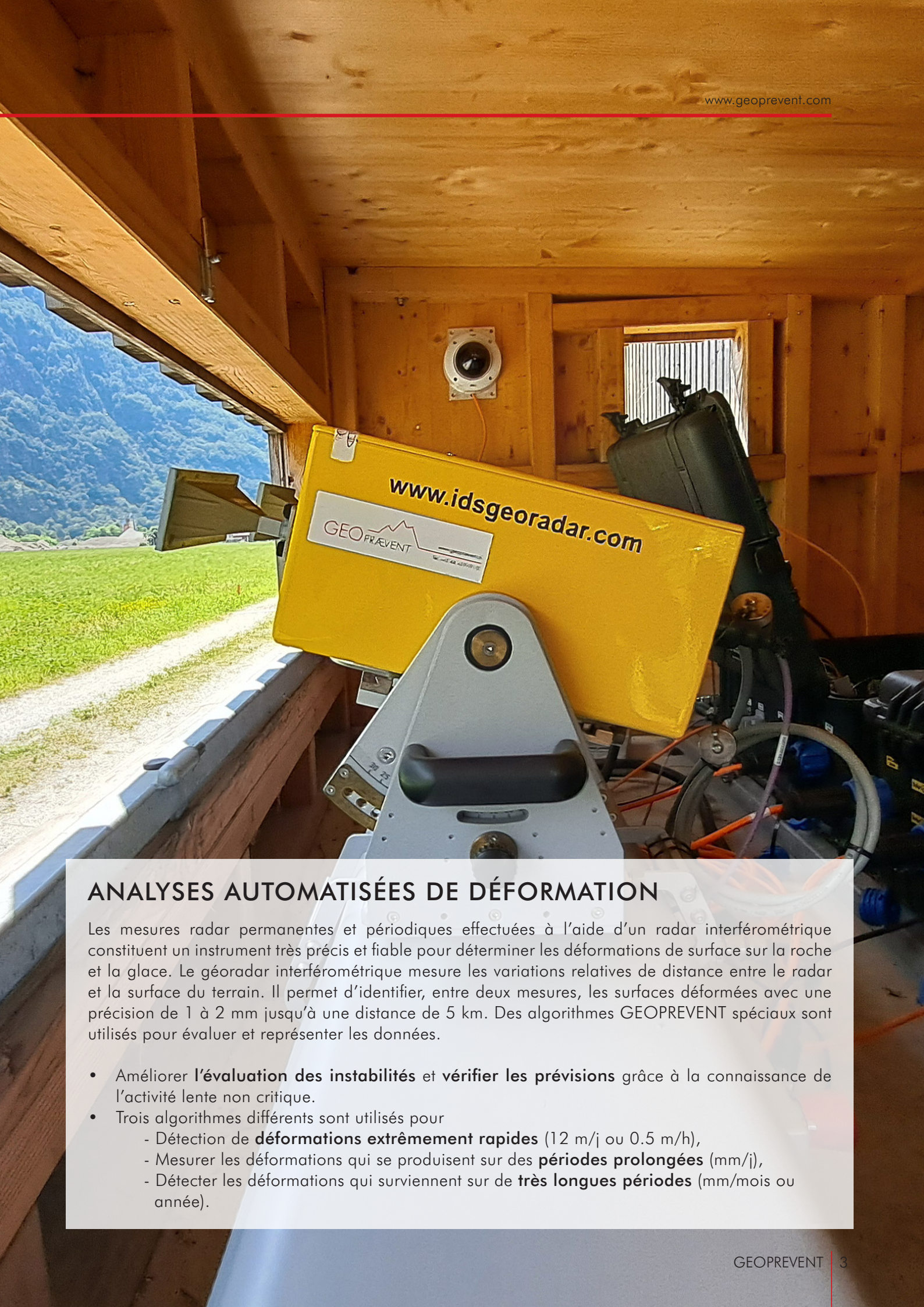
Tel. +41 44 419 91 10
info@geoprevent.com



POURQUOI LE RADAR ?

Le système radar interférométrique convient aux études à grande échelle des instabilités connues des roches ou des glaciers et fournit des informations précieuses sur les zones instables. Les avantages d'un radar sont les suivants :

- **Surveillance à grande échelle** des parois rocheuses et des glaciers à distance sûre.
- **Utilisation par tous les temps** (chutes de neige, brouillard ou pluie) et de jour comme de nuit.
- Détection des **mouvements rapides et déclenchement d'une alarme**.
- Détection des **déformations à long terme**.
- **Mesures permanentes et périodiques** (en fonction de l'urgence du danger).
- **Détection précoce** des dangers tels que les éboulements et les glissements de terrain, y compris estimation du volume de l'éboulement.
- Portée jusqu'à **5 km**, surface supérieure à **25 km²** (soit l'équivalent de 3600 terrains de football).
- Détection de mouvements de l'ordre du **sous-millimètre**.
- Mesure de **vecteurs de mouvement bidimensionnels**.
- Adapté à la montagne, fonctionnement avec une **alimentation électrique autonome**.
- Installation en quelques heures, idéal pour les utilisations temporaires.
- Affichage de toutes les valeurs mesurées dans le **portail de données en ligne GRAVX®**.



ANALYSES AUTOMATISÉES DE DÉFORMATION

Les mesures radar permanentes et périodiques effectuées à l'aide d'un radar interférométrique constituent un instrument très précis et fiable pour déterminer les déformations de surface sur la roche et la glace. Le géoradar interférométrique mesure les variations relatives de distance entre le radar et la surface du terrain. Il permet d'identifier, entre deux mesures, les surfaces déformées avec une précision de 1 à 2 mm jusqu'à une distance de 5 km. Des algorithmes GEOPREVENT spéciaux sont utilisés pour évaluer et représenter les données.

- Améliorer l'évaluation des instabilités et vérifier les prévisions grâce à la connaissance de l'activité lente non critique.
- Trois algorithmes différents sont utilisés pour
 - Détection de **déformations extrêmement rapides** (12 m/j ou 0.5 m/h),
 - Mesurer les déformations qui se produisent sur des **périodes prolongées** (mm/j),
 - Détecter les déformations qui surviennent sur de **très longues périodes** (mm/mois ou année).

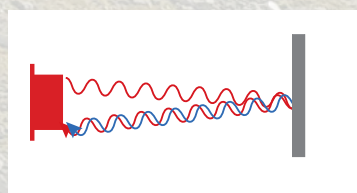
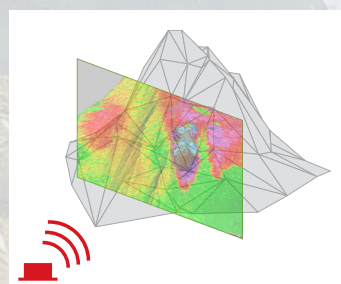
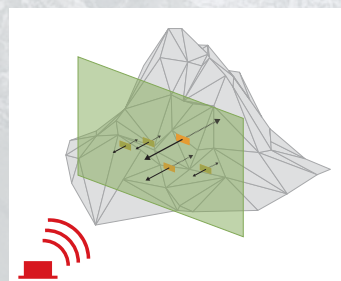
MESURES RADAR 2D

Le géoradar interférométrique permet de localiser et de quantifier avec précision les déformations du terrain. Les mouvements de l'ordre du millimètre peuvent être mesurés avec une grande précision spatiale. Il faut toutefois avoir une idée précise de la direction dans laquelle se déplace une zone rocheuse. En effet, le radar ne mesure que la composante du mouvement dans la direction du faisceau, c'est-à-dire dans la direction entre le pixel concerné et l'emplacement du radar. Cette question est souvent facile à répondre, par exemple à l'aide de fissures et de crevasses. Les données radar 2D peuvent être projetées sur un modèle numérique, ce qui facilite l'interprétation des données. Des séries chronologiques statistiques des données de déformation peuvent être extraites pour certaines zones présentant un intérêt particulier et des messages d'alerte (SMS, e-mails) peuvent être envoyés lorsque des seuils prédéfinis sont dépassés.

PRINCIPE DE MESURE (SIMPLIFIÉ)

Le radar mesure la phase des micro-ondes réfléchies.

- La roche bouge.
- Nouvelle mesure depuis le même emplacement.
- Modification de la phase des micro-ondes.
- Comparaison des deux mesures et calcul de la déformation.



LIMITATIONS

L'atmosphère (c'est-à-dire l'humidité, la pression atmosphérique, la température, le vent, les turbulences) influence la propagation des ondes électromagnétiques. Selon la longueur d'onde, cette influence est plus ou moins forte et peut être corrigée plus ou moins bien. Les variations atmosphériques entraînent des **erreurs de plusieurs millimètres**. Elles peuvent être corrigées en grande partie à l'aide de zones stables. La couverture de la surface par la végétation, la neige, un sol meuble ou encore des filets de protection n'est pas transparente pour le radar et perturbe la mesure. Sur un sol meuble (p. ex. éboulis), la cohérence peut disparaître en quelques heures, ce qui compromet la comparabilité des mesures. Le radar interférométrique mesure la variation différentielle (relative) et non la position absolue. De même, seule la composante de mouvement dans la direction du faisceau radar est mesurable.

TECHNOLOGIES COMBINÉES

Les systèmes radar interférométriques sont fournis sous forme de systèmes complets comprenant le matériel radar, les caméras, les appareils de communication et, si nécessaire, une alimentation électrique autonome. Nous adaptons nos systèmes aux exigences locales et les concevons pour un fonctionnement entièrement automatique à long terme. Nous utilisons des composants de haute qualité, adaptés aux conditions hivernales rigoureuses et constituant une solution économe en énergie.

ALIMENTATION EN ÉNERGIE

Nous utilisons comme source d'électricité le courant du réseau ou, si celui-ci n'est pas disponible, une combinaison sophistiquée de panneaux solaires et d'une pile à combustible au méthanol. L'installation solaire est dimensionnée sur la base de simulations d'ensoleillement sur le site du radar et de la consommation électrique de la station. L'énergie solaire est utilisée lorsqu'elle est disponible, tandis que la pile à combustible prend le relais en cas de mauvais temps ou lorsque la station est à l'ombre. La pile à combustible et les réservoirs de méthanol sont logés dans des Pelicases, et l'installation est conçue pour une visite de maintenance par an afin de remplir les réservoirs, généralement au printemps/en été.

COMMUNICATION

Toutes les données et images sont transmises au cloud GEOPREVENT pour être enregistrées et affichées. De plus, le système envoie des données d'état et de fonctionnement à des fins de surveillance, et l'équipe d'exploitation GEOPREVENT peut accéder à distance au système si nécessaire pour corriger les erreurs. La communication des données est possible via différents canaux, soit via des réseaux existants tels que GSM, Ethernet ou fibre optique, soit via des liaisons radio dédiées avec des stations relais ou une communication par satellite.

SURVEILLANCE 24 H/24, 7 J/7 INCLUSE

Nous surveillons en permanence tous nos systèmes à travers le monde afin de garantir leur bon fonctionnement. Des contrôles de santé automatisés vérifient les paramètres critiques du système et alertent l'équipe GEOPREVENT en cas d'anomalie. Notre équipe opérationnelle peut accéder à tous les systèmes et vérifier les paramètres, régler le radar et effectuer des mises à niveau.

OPTIONS SUPPLÉMENTAIRES

Le radar interférométrique peut être combiné avec différentes options supplémentaires. Certaines de ces options sont décrites ci-dessous. Cette liste n'est toutefois pas exhaustive et nous sommes à votre disposition pour discuter d'autres exigences et solutions.

RADAR DE CHUTE DE PIERRES – ALARME AUTOMATIQUE

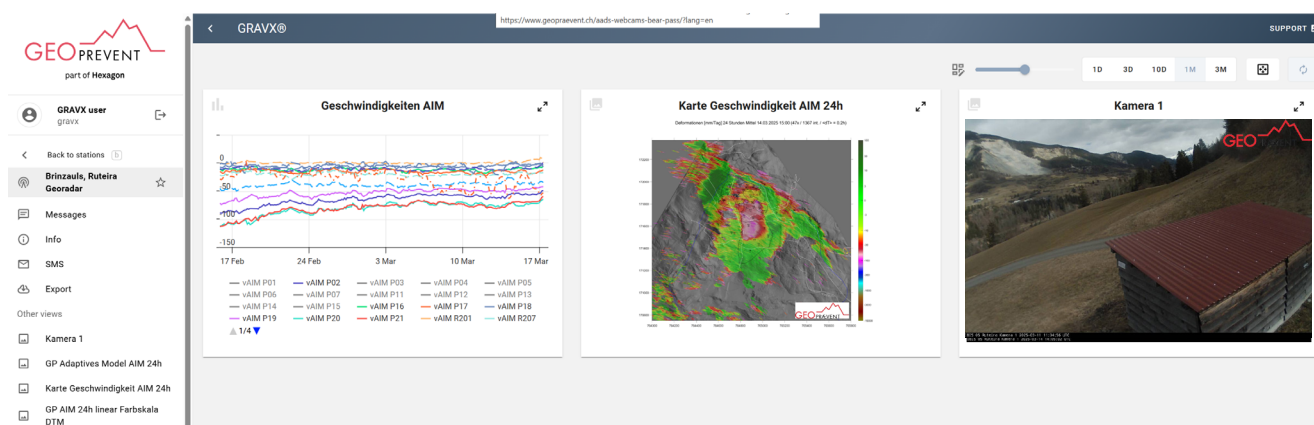
Le radar interférométrique peut être complété par un radar de chute de pierres et ainsi être transformé en un système d'alarme qui déclenche des mesures automatiques, par exemple la fermeture d'une route ou d'une ligne ferroviaire ou l'évacuation d'un chantier. Les dispositifs d'alarme habituels sont des panneaux de signalisation, des barrières automatiques ou des sirènes audiovisuelles. En règle générale, nous procédons également à une réouverture automatique si l'événement n'a pas atteint la route. De cette manière, les temps de fermeture sont courts et les usagers de la route peuvent reprendre leur trajet quelques minutes après l'alarme.

CAMÉRAS INTÉGRÉES

Le système radar interférométrique peut être complété par une caméra. Nous utilisons des caméras télécommandées avec fonction panoramique, inclinable et zoom (PTZ) ou des systèmes de caméras haute résolution très économes en énergie. Des caméras thermiques ou d'autres modèles peuvent également être ajoutés. La caméra génère régulièrement des images de l'état actuel et, sur demande, des gros plans de zones prédéfinies (par exemple, les zones de déclenchement d'avalanches). L'utilisateur peut commander les caméras PTZ directement via le portail de données et obtenir une image en direct de la situation sur place via son smartphone, sa tablette ou son PC.

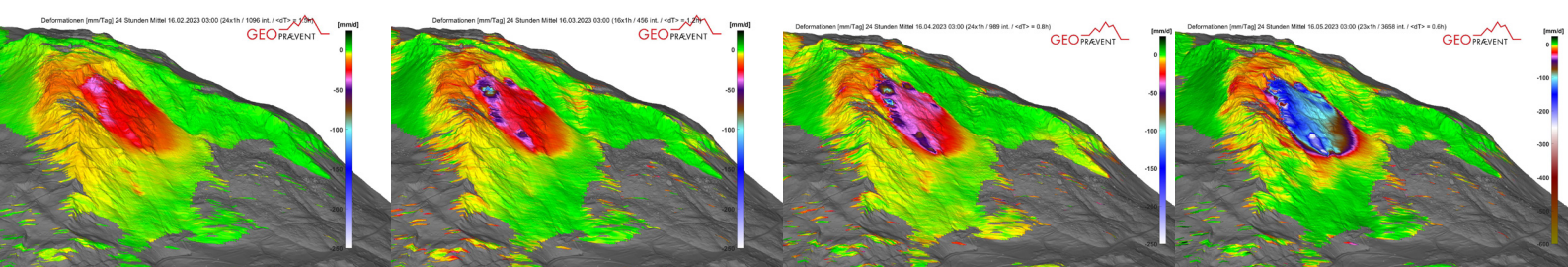
PORTAIL DE DONNÉES EN LIGNE GRAVX®

Le portail de données en ligne GRAVX® relie, visualise et archive les données relatives aux chutes de pierres et à l'état des routes, et met à votre disposition les informations pertinentes sur vos appareils préférés, c'est-à-dire votre smartphone, votre tablette ou votre PC. Le portail de données en ligne GRAVX® repose sur une technologie de pointe et offre un stockage sécurisé de vos données de mesure avec un accès utilisateur protégé par mot de passe. L'utilisateur doit simplement se connecter au portail accessible via un navigateur, aucune installation de logiciel n'est nécessaire sur les appareils. GRAVX® permet une navigation simple et offre une vue d'ensemble de toutes les données du système. Les chutes de pierres sont géoréférencées sur une carte avec une carte thermique d'intensité ou les trajectoires des événements. Les images et les propriétés correspondantes sont affichées dans la même vue. Toutes les listes peuvent être filtrées par heure ou par type d'image. La fonction de visualisation des images est un outil pratique pour vérifier et comparer les détails des images. D'autres fonctions sont disponibles, telles que le contrôle à distance des caméras ou la centrale d'alarme pour la réouverture des voies de transport.



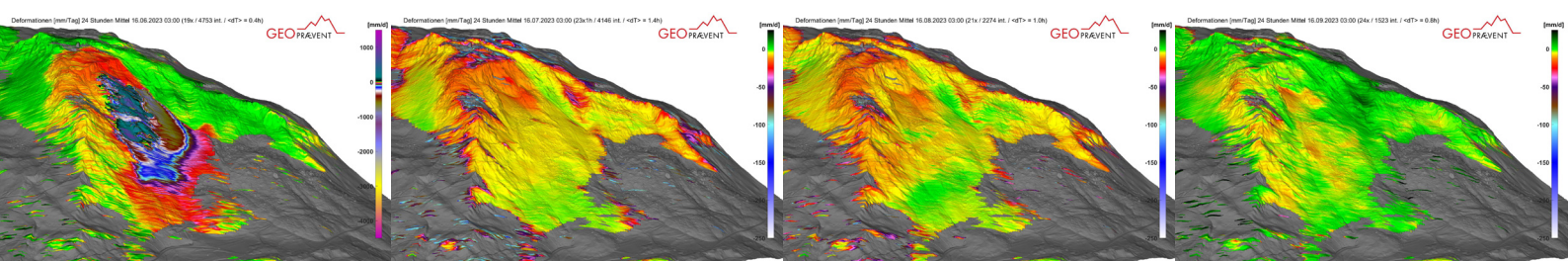
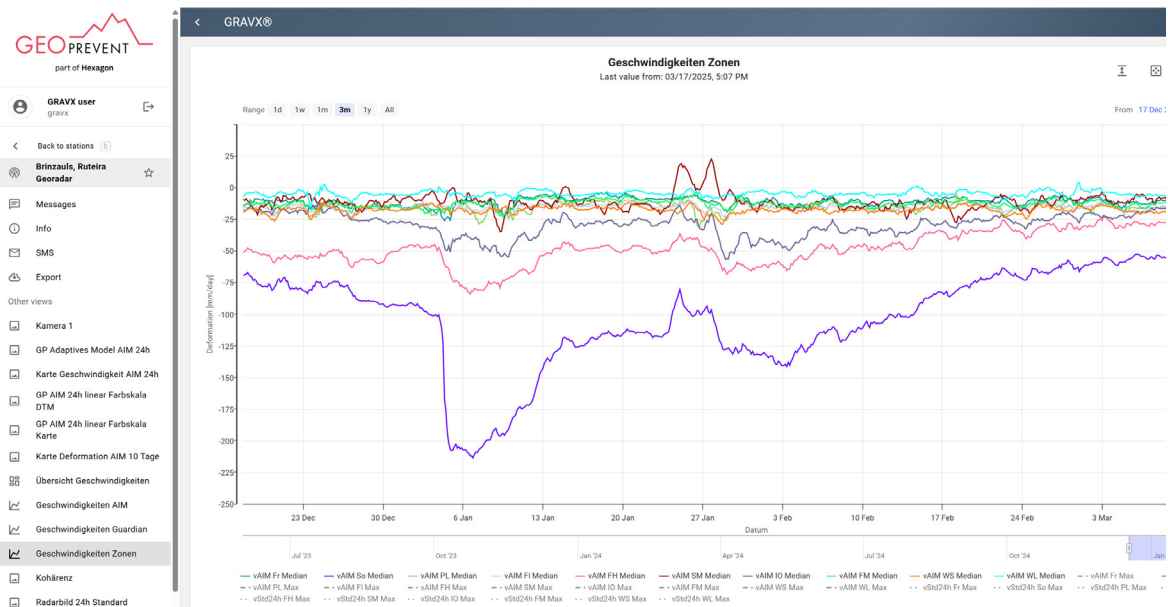
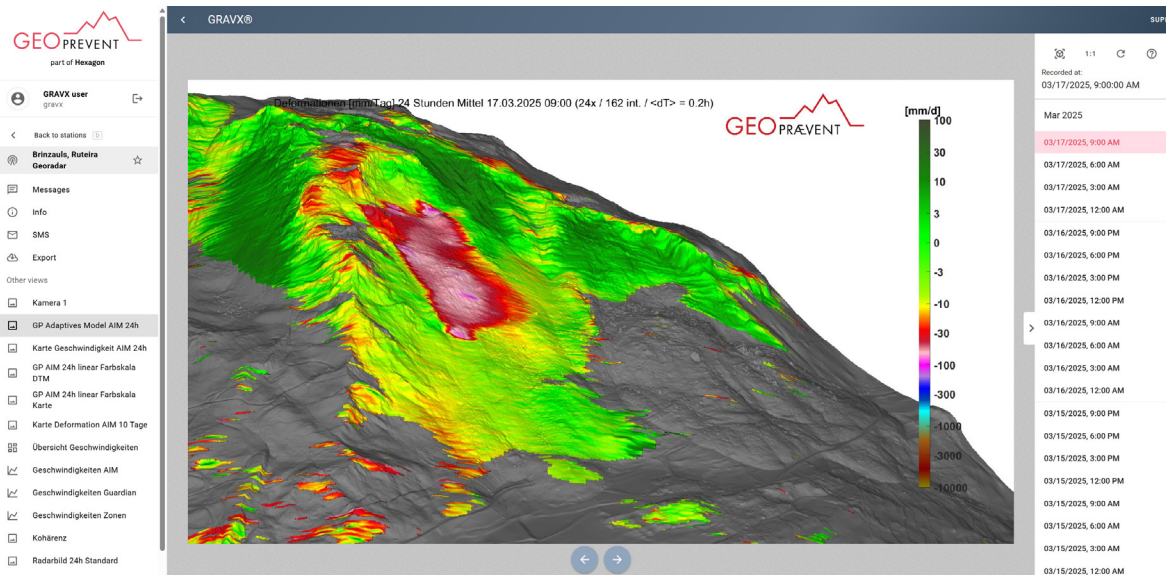
À TOUT MOMENT – PARTOUT

Le portail de données en ligne GRAVX® est accessible à tout moment et depuis n'importe où, que ce soit via un smartphone, une tablette ou un PC. Les images et les données de déformation sont déjà disponibles sur le terrain. Des SMS et des e-mails peuvent être envoyés au début ou à la fin d'un événement, ou lorsque certaines zones sont atteintes. Différents niveaux d'utilisateur permettent de restreindre certaines fonctions, telles que le contrôle des feux de signalisation. GRAVX® propose également un forum de discussion pour communiquer avec l'équipe du projet et les collaborateurs de GEOPREVENT.



DÉFORMATIONS ET VITESSES

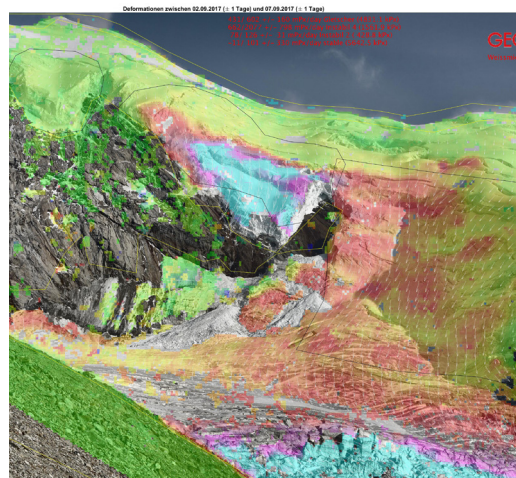
Le géoradar interférométrique scanne le versant selon les besoins (toutes les heures, tous les jours, tous les mois) et enregistre les données dans le portail de données. Les déformations sont calculées à partir des scans à l'aide d'algorithmes spéciaux. Les images ci-dessous montrent le glissement à Brienz/Brinzauls, à une distance de 3 km du site du radar. Le graphique inférieur montre les données relatives aux vitesses dans des zones prédéfinies de la pente pendant une période donnée.



PROJETS DE RÉFÉRENCE

SURVEILLANCE DU GLACIER WEISSMIES, SUISSE

En 2014, GEOPREVENT a installé un radar interférométrique pour surveiller en continu la zone instable du glacier Weissmies. En août 2017, l'analyse des déformations a révélé une accélération significative de la zone instable du glacier. Sur la base des mesures radar et de l'évaluation d'experts glaciologues, le moment de la rupture du glacier a été prévu pour le matin du 10 septembre 2017. Le glacier a continué à s'accélérer et s'est finalement déplacé à une vitesse de 3,5 m/jour vers la vallée avant de se rompre en plusieurs morceaux, comme prévu, tôt le matin du 10 septembre 2017.



GLISSEMENT DE TERRAIN À BARRY ARM (ALASKA), ÉTATS-UNIS

Le glissement de terrain Barry Arm est une vaste zone de glissement de terrain en Alaska. Un glissement rapide de la pente pourrait déclencher un tsunami qui provoquerait des vagues et des courants dangereux dans les fjords voisins. Afin de surveiller la situation, GEOPREVENT a installé un radar interférométrique autonome sur un promontoire rocheux en face de la zone menacée. Celui-ci enregistre avec précision les mouvements du versant sur différentes périodes et fournit ainsi des informations sur la stabilité du versant.



WHITEHORSE, CANADA

Depuis 2023, GEOPREVENT exploite à Whitehorse, au Canada, un radar interférométrique qui surveille le talus le long du fleuve Yukon. La route qui passe en contrebas du talus a déjà été ensevelie à plusieurs reprises par des glissements de terrain. La surveillance et la fermeture automatique de la route visent à garantir qu'aucun véhicule ni aucune personne ne se trouve dans la zone concernée en cas de nouvel incident.



VISSOIE (VALAIS), SUISSE

La masse rocheuse au-dessus de la route cantonale Sierre-Vissoie, dans le canton du Valais, est très instable. Dans la nuit du 23 au 24 mars 2024, un glissement de terrain a enseveli la route. Quelques jours plus tard, un bloc rocheux pesant plus d'une tonne a enfoncé la galerie de protection de la route. Afin que les travaux de déblaiement et de remise en état de la route puissent être effectués sans danger, GEOPREVENT a installé un radar interférométrique sur le versant opposé. Cela permet de surveiller le versant et d'alerter le chantier en cas de nouvel événement.



DONNÉES TECHNIQUES RADAR INTERFÉROMÉTRIQUE

Portée:	Jusqu'à 5 km
Couverture:	Jusqu'à 25 km ²
Précision:	Détection de déformations de l'ordre du sous-millimétrique, réaliste à environ 1 mm (dans le sens de la vue)
Résolution:	4 mrad, soit environ 4 m de largeur de pixel à une distance de 1 km
Alimentation en énergie:	Adapté à la haute montagne, fonctionnement avec alimentation autonome (énergie solaire, pile à combustible), courant secteur
Logiciel:	Algorithme de déformation, portail de données en ligne
Intégration:	Portail de données en ligne, smartphone, tablette
Avertissement:	Option d'alerte automatique
Installation:	Rapide, quelques heures



SYSTÈMES D'ALARME ET DE SURVEILLANCE POUR RISQUES NATURELS

GEOPREVENT propose des solutions d'alarme et de surveillance pour un large éventail de risques naturels. Nous surveillons la zone de danger pour mesurer les signes avant-coureurs d'un événement ou nous détectons l'événement lui-même et déclenchons automatiquement des alarmes.

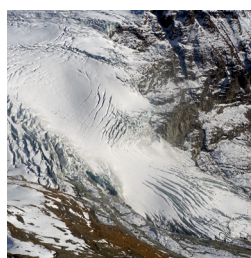
GEOPREVENT propose également une technologie permettant de détecter les personnes se trouvant dans la zone de danger (par exemple, avant une catastrophe naturelle).



**CHUTES DE
PIERRES**



INONDATIONS



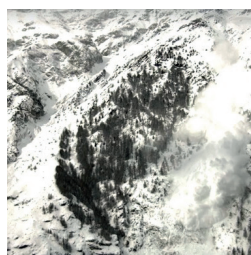
GLACIERS



ÉBOULEMENTS



LACS GLACIERS



AVALANCHES



**LAVES
TORRENTIELLES**



**ÉCRANS DE
PROTECTION**



PERSONNES

GEOPRÆVENT AG – part of Hexagon
Räffelstrasse 28
8045 Zurich
Suisse

Tel. +41 44 419 91 10
info@geoprevent.com

Plus d'informations : www.geoprevent.com

Suivez-nous sur

