

SYSTÈME D'ALARME DE CHUTES DE PIERRES SUR LA ROUTE DE L'AXEN



RADAR DE CHUTES
DE PIERRES



GÉORADAR



SISMIQUE



ALARME

Système intégré comportant différents capteurs et surveillant l'Axenstrasse, un des principaux axes de transport nord-sud d'Europe.



GEOPREVENT AG
Räffelstrasse 28
8045 Zurich
Suisse

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



Figure 1 : Un géoradar interférométrique a scanné le site de rupture de l'éboulement de janvier 2019 du site de Plattwald.

PROBLÉMATIQUE

La route nationale de l'Axen est un tronçon du réseau routier national suisse sur les rives du lac d'Uri et fait partie de l'un des plus importants axes nord-sud d'Europe. En moyenne, 16 000 véhicules par jour empruntent cette route pittoresque le long des flancs rocheux escarpés et à travers des vallées étroites. À plusieurs endroits, la route nationale est menacée par des chutes de pierres et des laves torrentielles, ce qui met sans cesse en cause son ouverture. L'une des zones problématiques est la vallée de Gumpisch, entre le village de Sisikon et Flüelen : En janvier 2019, un éboulement s'est produit dans la partie supérieure, ce qui

a entraîné d'importants dépôts de roches dans le couloir situé en dessous. La route n'a pas été directement touchée par l'événement jusqu'à ce que de fortes pluies, le 28 juillet 2019, ont déclenché une petite lave torrentielle, dont des blocs rocheux individuels se sont détachés et sont tombés jusqu'à la route de l'Axen. Heureusement, ces gros blocs ont roulé sous le pont de Gumpischtal sans causer de dégâts majeurs. Suite à cela, la route a été fermée pendant plus de six semaines en raison du risque de nouvelles chutes de pierres. Pendant la période de fermeture, d'importants travaux de dynamitage et de sécurisation ont été réalisés et un système de surveillance avec fermeture automatique de la route a été développé et installé.

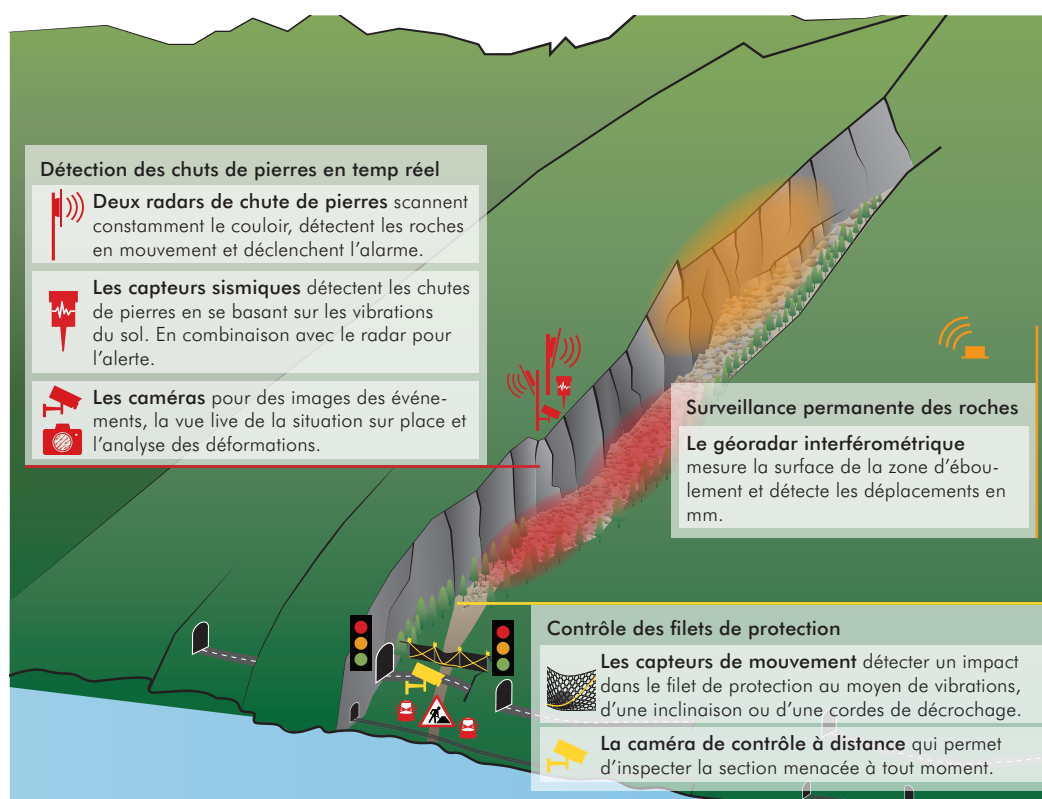


Figure 2 : Vue d'ensemble du système de surveillance de Gumpisch avec trois stations : Détection des chutes de pierres (rouge), surveillance temporaire des rochers (orange) et surveillance des filets de protection (jaune).

Figure 3 : Le 9 juin 2020 : de fortes pluies ont déclenché plusieurs chutes de pierres. Le radar supérieur a détecté cet événement à 20h26 et a immédiatement déclenché une alarme (image ci-dessus). 50 secondes plus tard, les capteurs combinés ont indiqué un impact dans le filet de protection au-dessus de la route. Les images de la caméra montrent clairement le passage de deux blocs (image ci-dessous). Le filet à travers lequel le bloc est passé est conçu uniquement comme un « rideau » atténuant l'impact et est utilisé principalement pour la détection. La route est principalement protégée par le barrage et le système d'alarme.



SOLUTION

Le système de surveillance dans la vallée de Gumpisch a été développé sur mesure afin d'être optimisé pour le problème de Gumpisch et se compose de divers capteurs et caméras positionnés à différents endroits. Deux radars de chute de pierres sont placés au cœur du système sur le Buggistäfeli, à environ 400 mètres au-dessus de la route. Ils surveillent en permanence la pente des éboulis et détectent en temps réel les masses rocheuses en mouvement, qu'il s'agisse d'une lave torrentielle due à la remobilisation de matériel et au charriage ou de gros blocs individuels. Le radar fonctionne quelles que soient les conditions de visibilité et voit la nuit, en cas de brouillard ou de chutes de neige. De plus, trois capteurs sismiques placés au même endroit mesurent les vibrations du sol et détectent donc aussi les chutes de pierres ou les laves torrentielles. Si un événement est détecté par la combinaison des deux technologies en temps réel, le système fait automatiquement passer au rouge les feux de circulation de la route de l'Axen. Jusqu'en décembre 2019, le site de construction des CFF situé plus loin sur la route était également alerté par des sirènes d'alarme.

TEMPS D'ALERTE COURT – FERMETURE PRÉCOCE NÉCESSAIRE

Le temps d'alerte précédant un éboulement est court : il s'écoule entre 20 et 50 secondes de la détection d'un mouvement à la fermeture de la route. Par conséquent, lorsqu'un événement est détecté, la route doit être fermée le plus rapidement possible. Mais tous les blocs en mouvement n'atteignent pas la route. Beaucoup s'arrêtent plus haut et restent dans le couloir. Afin de pouvoir réouvrir la route le plus rapidement possible dans ce cas, nous avons équipé les filets de protection contre les chutes de

pierres et les laves torrentielles au-dessus de la route de détecteurs de mouvement combinés. Les capteurs détectent un impact ou le passage d'un bloc, d'une part par la vibration des capteurs et d'autre part par la rupture de la corde de rupture intégrée. Si aucun mouvement n'est détecté dans les filets, les feux de circulation passent automatiquement au vert après deux minutes. Par contre, si un mouvement est détecté à proximité de la route, celle-ci reste fermée. La situation est évaluée par des webcams et, si nécessaire, par une équipe de géologues sur place. Dès que la sécurité de la route peut à nouveau être garantie, la route est rouverte. À l'aide de plusieurs caméras, la situation sur place peut être évaluée à distance via le portail de données en ligne. Sur le site de Buggistäfeli et sur le pont routier, une caméra PTZ (pan-tilt-zoom) est installée. Elle peut être contrôlée à distance à tout moment via le portail de données. De plus, les caméras sont activées par le radar en cas d'incident et génèrent automatiquement des séries d'images de l'éboulement.



Figure 4 : Filets de protection.

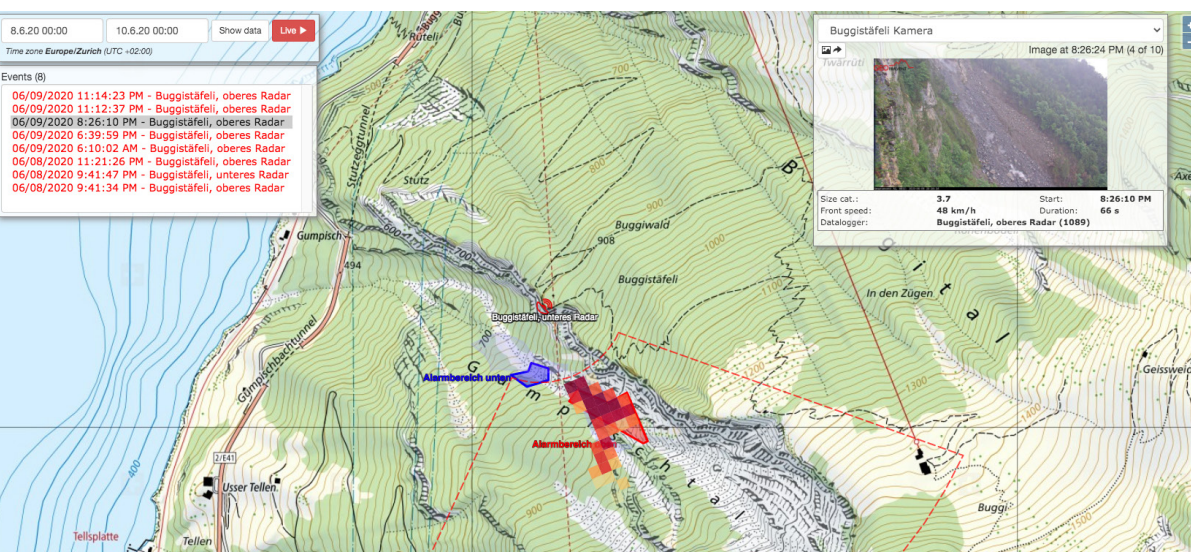


Figure 5 : Le radar de chute de pierres suit le mouvement détecté et affiche l'événement sur une carte en ligne. La carte des chutes de pierres affiche tous les événements, y compris les images des événements et des paramètres supplémentaires, tels que la vitesse moyenne ou la durée de l'événement dans le champ de vision du radar.

SURVEILLANCE DE LA ZONE D'ÉBOULEMENT PAR GÉORADAR

Afin de s'assurer qu'il n'y ait plus de menace sur le site de l'éboulement de janvier 2019 dans le haut de la vallée du Gumpisch, des mesures à l'aide d'un radar interférométrique (géoradar) ont été effectuées depuis différents emplacements. D'une part, nous avons installé le géoradar pour des mesures permanentes à un endroit approprié dans la forêt de Plattwald au-dessus de la route. Nous avons fait fonctionner l'appareil de mesure de manière autonome avec une pile à combustible et des panneaux solaires pendant six mois. En outre, nous avons effectué des mesures périodiques de toute la zone de Gumpisch à

partir de Bauen, situé sur la rive opposée du lac.

Le couloir rempli de dépôts a également été surveillé sur le long terme à l'aide d'images de caméra haute résolution et d'analyses de déformation. Cela a permis de détecter les mouvements lents dans le couloir. Sur le site de Buggistäfeli, une caméra orientée vers le haut et une seconde vers le bas photographient le ravin plusieurs fois par jour et transmettent les images avec une résolution de 42 MP aux serveurs de Geoprevent. Des algorithmes spécifiques permettent de sélectionner des images afin d'effectuer des calculs de déplacement.



SYSTÈME D'ALARME ET DE SURVEILLANCE POUR LES DANGERS NATURELS

Geoprevent développe et exploite des systèmes d'alarme et de surveillance pour différents risques naturels. Soit nous surveillons la zone de danger pour détecter les signes précurseurs d'un événement (système d'alerte), soit nous détectons l'événement lui-même et donnons l'alarme automatiquement (système d'alarme). En outre, Geoprevent propose des solutions permettant de détecter les personnes se trouvant dans la zone de danger (par exemple avant le déclenchement d'une avalanche).

GEOPREVENT AG
Räffelstrasse 28
8045 Zurich
Suisse

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

Plus d'informations : www.geoprevent.com

Suivez-nous sur

