

La sécurisation de la route RD 900 contre les éboulements rocheux dans le secteur de La Rochaille : un défi technologique pour la sécurité des usagers de la route

Au cœur des Alpes-de-Haute-Provence, la route départementale RD 900, reliant la vallée de la Durance à l'Italie par le col de Larche (« colle della Maddalena » en Italie), traverse un territoire aussi majestueux que capricieux. Cependant, un segment de cette route, appelé « La Rochaille », situé à proximité du village de Meyrannes, fait face à des défis naturels exceptionnels. La Rochaille est un lieu où la beauté brute de la nature se heurte à sa force dévastatrice : des chutes de pierres impressionnantes, des coulées de boue et des avalanches menaçantes sont autant de périls qui guettent cette portion de la route.

UN AXE STRATÉGIQUE ENTRE LA FRANCE ET L'ITALIE

La RD 900 ne se contente pas d'être une route de passage. Elle incarne un lien vital entre la France et l'Italie (entre la ville de Barcelonnette en France et la ville de Cuneo en Italie), facilitant le transport routier international et favorisant le tourisme alpin. Cette voie revêt une importance capitale pour l'économie locale, créant des opportunités commerciales et attirant des visiteurs du monde entier. Pour les habitants des villages de Meyrannes et Larche, situés dans la commune de Val d'Oronaye, cette route est synonyme de connexion avec le reste de la vallée de l'Ubaye. Lorsque La Rochaille se montre capricieuse, ces communautés se retrouvent isolées, mettant en péril leur accès aux services essentiels.

ÉVÉNEMENTS HISTORIQUES ET MENACES ACTUELLES

L'histoire de La Rochaille est jalonnée d'événements exceptionnels. Parmi ceux-ci, on compte plusieurs éboulements de grande envergure et deux accidents mortels causés par des chutes de pierres en 1959 et 1987, événements qui ont laissé une empreinte indélébile dans les mémoires. Dès 1994, en réaction à ces tragédies, le Département des Alpes-de-Haute-Provence a pris des mesures en installant 300m d'écrans de filets pare-blocs le long d'une partie de la route. Cependant, malgré ces précautions initiales, les éboulements continuent de se produire avec une fréquence alarmante, et la menace de chutes de pierres et de petits blocs reste omniprésente.

Durant leur service, les écrans installés dans les années 1990 ont été plusieurs fois impactés, forçant le gestionnaire

de la route à des mesures d'entretiens très importantes. En outre, la parution en décembre 1996 de la norme française NF P95-308 sur les équipements de protection contre les éboulements rocheux et la plus récente ligne guide européenne ETAG 027 rendait désormais ces écrans obsolètes et non plus efficaces par rapport aux produits testés et certifiés proposés sur le marché.

CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES UNIQUES

La Rochaille est un lieu d'une beauté sauvage, mais aussi d'une complexité géologique unique. La route traverse un environnement à 1400m d'altitude, au pied d'un versant abrupt de 1000m de dénivelé, dominé par la majestueuse « Tête de l'homme ». Les couches géologiques de cette région appartiennent au flysch à helminthoïdes, une formation

qui fait partie de la nappe du Parpaillon. La topographie est caractérisée par des escarpements rocheux fortement plissés et fracturés, sillonnés par de vastes couloirs orientés du nord au sud. Toutefois, le cœur de La Rochaille abrite un éboulis actif, une montagne de roche s'étendant sur plus de 400m de dénivelé, sur une distance de 300m par rapport à la route. Cette configuration géologique a incité les autorités à installer un dispositif de détection des éboulements en 2001, suite à un événement majeur ayant détruit les écrans de filets existants. Le dispositif consistait en l'envoi de signaux d'alerte grâce à un système de pendules qui permettait de capter les mouvements de terrain le long du versant. Grâce à une centrale d'acquisition des données présente le long de la route, des feux et des panneaux de signalisation pouvaient être actionnés en cas d'éboulement.



Topographie des escarpements rocheux, secteur B3A.

© EPC

PLAN DE SÉCURISATION ET ÉTUDES DE CONCEPTION

En 2018, le Département des Alpes-de-Haute-Provence a entrepris une démarche ambitieuse pour sécuriser la RD 900. Le plan de sécurisation comprend la création de galeries de génie civil pare-blocs le long des couloirs principaux et l'installation de diverses parades, telles que des écrans de filets pare-blocs, des écrans déflecteurs et des parades actives (confortement ou déroctage) sur les versants situés entre les couloirs. Cette tâche complexe a été confiée à la société Géolithe, bureau d'études français spécialisé dans la conception de protections contre les éboulements rocheux, reconnu dans le monde entier.

LES ÉTAPES POUR LA SÉCURISATION DE LA RD 900

La première phase des travaux a débuté en mars 2021 et se concentre sur la sécurisation des zones de versant. Cette étape cruciale est réalisée par l'entreprise EPC France. À ce jour, 7 secteurs ont déjà été sécurisés, représentant environ 830 m de route. Simultanément, les études de conception des galeries pare-blocs, menées par Géolithe,

préparent la deuxième phase des travaux, prévue pour 2024, qui prévoit la réalisation des ouvrages en génie civil avec plusieurs galeries «casquettes» pare-blocs. L'ensemble de l'opération, comprenant la sécurisation des versants (phase 1) et la construction des galeries pare-blocs (phase 2), est estimé à 40 M€ TTC, financé à hauteur de 52 % par le Département, 24 % par la Région et 24 % par l'État.

CONCEPTION DES STRUCTURES DE PROTECTION

En 2019 et 2020, le bureau d'études Géolithe a réalisé les études de conception des parades de protection contre les éboulements rocheux. La complexité de la zone a nécessité des reconnaissances approfondies, notamment par hélicoptère, à pied, en rappel et avec des drones. Le diagnostic s'est appuyé ●●●



Secteurs définis des interventions.





YOUR FIRST DRILLING HITS THE TARGET

You need precise drilling results fast and easy?

Just do the measurement and alignment with the LIPAD®-100 yourself.



Book your live demo on site

“ LIPAD®-100 has proven itself to be the best measuring device even under the toughest conditions. ”

Rickard Lindström
CEO at Xploration Products AB

[LITEF.COM](https://www.litef.com)

... sur un modèle numérique de terrain (MNT) dérivé d'un levé photogramétrique géoréférencé de l'ensemble du versant. Chaque secteur a fait l'objet d'une conception spécifique, prenant en compte les phénomènes géologiques, la morphologie du versant et les contraintes propres à la zone d'étude. L'objectif ultime est de minimiser les risques d'éboulements au niveau de la route.

SOLUTIONS SUR MESURE POUR LA SÉCURITÉ

Certaines sections de La Rochaille présentent une morphologie relativement simple, avec des barres rocheuses en

normes européennes qui permettent leur certification CE. Les kits de protection pare-blocs sont garantis, car ils sont testés à échelle réelle suivant le protocole d'essais défini par le European Assessment Document EAD 340059-00-0106. Parmi ceux-ci, les nouvelles barrières RB 2000 et RB 3000 se démarquent par leur système de frein novateur et leur facilité de montage qui permet de réduire le temps d'exposition des ouvriers aux potentielles chutes de blocs. Toutes les structures se caractérisent par leur hauteur résiduelle importante (catégorie A), leur déformation dynamique limitée et leur absence d'ouverture latérale entre le poteau et



Barrières dynamiques EPFM 5000.

amont d'un versant boisé, encadré par deux couloirs, et un talus raide en pied. Ici, des écrans de filets pare-blocs ont été installés en partie inférieure du versant, associés à des traitements individuels, tels que le confortement ou le déroctage, pour les compartiments rocheux dépassant les capacités des écrans. L'objectif est de réduire au maximum les interventions sur les barres rocheuses, en raison de leur difficulté d'accès et de leur activité continue.

Certaines zones ont même nécessité l'utilisation d'écrans de filet à haute capacité d'énergie (5000 kJ). Ces écrans, répartis sur cinq secteurs, affichent des capacités énergétiques de 750 kJ (200m), 1000 kJ (180m), 1500 kJ (60m), 2000 kJ (70m), 3000 kJ (375m) et 5000 kJ (576m) et des hauteurs variables entre 3m (pour les 750 kJ) et 7m (pour le 5000 kJ). Les talus ont été traités par des purges, suivies de la mise en place de grillages plaqués ou pendus. Tous les écrans installés ont été fabriqués et fournis par la société Maccaferri. Ces ouvrages de protections répondent aux plus strictes



Écran pare-blocs RB2000 – Détail des dissipateurs d'énergie.



Barrières dynamiques RB 750.

le filet. Cela se traduit par des performances exceptionnelles en termes de hauteur résiduelle et d'élongation.

En plus des écrans pare-blocs testés et certifiés (selon l'EAD 340059-00-0106) et des parades actives en grillages, filets et ancrages, certains couloirs considérés comme critiques pour le risque de chute de blocs ont été équipés de plusieurs avaloirs (environ 2 000 m²) constitués de filets à anneaux, câbles et dissipateurs d'énergie. Ces ouvrages ont été conçus, fabriqués et fournis par Maccaferri spécialement pour ce chantier afin de prendre en compte les différentes contraintes du site (énergie, hauteurs et vitesses des blocs et géométrie du site).

Contrairement aux écrans pare-blocs certifiés qui ont la capacité de stopper et arrêter les blocs contre leur surface d'interception, le but de ces ouvrages de protection de type passif est celui de contrôler les trajectoires des pierres et/ou des blocs issus d'un talus ou d'un versant directement à l'amont et les guider vers une zone de réception ou de les arrêter à la base du relief. Le filet permet en particulier d'éviter les rebonds aériens et la prise de vitesse. ...



Grillage double torsion de protection de falaise ; MacMat R plaqué.



Avaloirs composés de dissipateurs d'énergie et filets à anneaux MacRing.



orb^ow

Un véritable système d'exploitation dédié à la géotechnique

-  Travailler en mode collaboratif
-  Cartographie intégrée
-  Gestion des reconnaissances des sols
-  Nombreux outils d'analyse et de calculs



Une plateforme web avec un flux de travail fluide et complet pour tous vos projets géotechniques

 www.terrasol.com/logiciels/catalogue

 orb@terrasol.com

 www.orbow.com

 Orbow

...

INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES POUR LA SÉCURITÉ

Au-delà des structures de protection avancées, testées et certifiées, les maîtres d'ouvrage et maître d'œuvre se sont également tournés vers des innovations technologiques afin de renforcer la sécurité. L'une de ces avancées majeures est le système HelloMac, un système d'alerte intelligent conçu pour détecter les événements graves tels que les impacts, les détachements et les déformations des talus le long des écrans pare-blocs. HelloMac permet d'offrir une réponse en temps réel aux dangers potentiels.

Le chantier de La Rochaille marque une étape décisive en devenant le premier en France à intégrer le système HelloMac. Cette technologie novatrice a été déployée sur les écrans fournis par France Maccaferri, ainsi que sur ceux qui étaient déjà en place depuis 2019.



Les centrales d'acquisition actionnent en cas d'impact les signaux d'alerte.



Système d'alerte HelloMac sur une barrière dynamique EPFM 5000.

En cas d'impact, une série de niveaux d'alerte est déclenchée, permettant une réaction rapide et adaptée aux menaces. Cette innovation technologique réduit considérablement le temps de réponse et accroît la sécurité sur la route de La Rochaille.

Le système a été calibré par les techniciens de Maccaferri afin de détecter, selon le positionnement de la ligne d'écran sur le versant, un possible impact au MEL (énergie ultime) et/ou au SEL (énergie de service). Les HelloMac, directement installés sur les structures

de protection passives, sont connectés via radio à 2 centrales d'acquisition (Hubir) qui permettent, en cas d'impact, d'actionner des signaux d'alerte directement positionnés sur la route (feux, panneaux de signalisation et sirène), ainsi que d'envoyer un message directement aux personnels en charge de la gestion et entretien et sécurité de la route, via une application directement sur Smartphone. Étant donné la position géographique du site et la difficulté du réseau téléphonique, les centrales Hubir communiquent vers un serveur central par satellite.

LES INTERVENANTS DU CHANTIER

- Intervenant maître d'ouvrage : Département des Alpes-de-Haute-Provence
- Intervenant maître d'œuvre : Département des Alpes-de-Haute-Provence et Géolithe
- Entreprise adjudicataire : EPC France
- Fournisseur : France Maccaferri

CONCLUSION

La sécurisation du passage de La Rochaille est un défi complexe, mais vital. Ce projet, qui vise à protéger les voyageurs, les habitants locaux, ainsi qu'à maintenir l'activité économique et touristique, est une démonstration de l'ingénierie moderne et de l'innovation technologique. La combinaison de structures de protection avancées, de dispositifs de détection sophistiqués et d'une planification minutieuse marque une étape importante dans l'assurance de la sécurité sur cette route stratégique reliant la France et l'Italie. Alors que les travaux se poursuivent, La Rochaille s'affirme comme un exemple dans la manière dont la technologie peut résoudre des problèmes complexes et sauver des vies, tout en préservant la beauté naturelle des Alpes-de-Haute-Provence. ■

Alberto Grimod

Responsable du département
risques naturels
France Maccaferri