



**PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE
BLOCS & FILETS PARE-AVALANCHES**

SYSTÈMES MAC.RO™ ATTÉNUATION DES RISQUES NATURELS & DES CHUTES DE BLOCS

La protection contre les chutes de blocs et l'atténuation des risques naturels sont des éléments essentiels à la sécurité et à la sûreté des ouvrages routiers et ferroviaires, de l'exploitation minière et des réseaux d'infrastructures. Les éboulements ou coulées de débris, même minimes, risquent d'obstruer les infrastructures et d'avoir des répercussions économiques majeures, allant bien au-delà des perturbations immédiates. Il en va de même pour les bâtiments ou autres installations pouvant être endommagés par les chutes de blocs, coulées de débris ou avalanches*.

*Veuillez noter que l'instabilité des talus est abordée dans une autre brochure Maccaferri.

Forte d'une expérience de plus de 60 ans dans les systèmes de protection contre les éboulements et l'atténuation des risques naturels, la société Maccaferri offre une large gamme de systèmes conçus pour stabiliser les parois rocheuses, les talus et le manteau neigeux, réduisant ainsi les risques pour les populations, les bâtiments et les infrastructures.

Maccaferri a développé une gamme progressive et logique de systèmes fonctionnant les uns avec les autres, afin d'éviter les conceptions trop ambitieuses et les coûts inutiles.

Certifiées et testées par les meilleurs instituts, et en conformité avec les dernières normes en vigueur, les solutions imaginées par Maccaferri sont conçues à partir de techniques et de logiciels de modélisation de pointe.

Développés en partenariat avec les entreprises, les Systèmes Mac.RO™ de Maccaferri sont faciles à installer, durables et efficaces. Les composants sont sélectionnés de manière à réduire le temps de mise en œuvre des produits et notre réseau mondial d'usines garantit la disponibilité des produits.

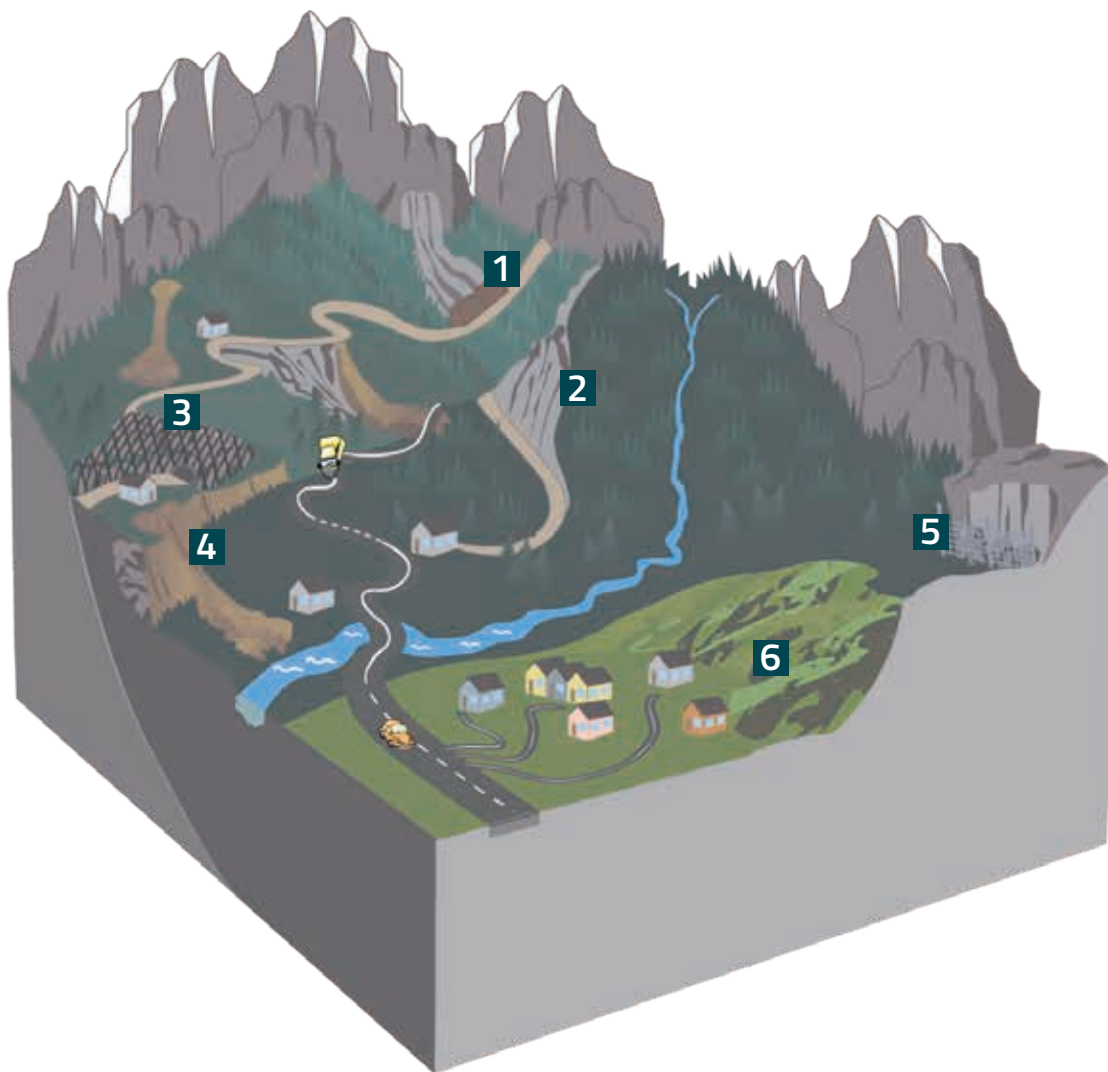
Chaque jour, les Systèmes Mac.RO™ de Maccaferri sont installés dans le monde entier, et intégrés aux applications les plus exigeantes, assurant aux clients une protection sûre, économique et fiable contre les risques naturels.

Dans cette brochure:

- M** Systèmes de grillage et filets :
 - Grillage double torsion pare-éboulis
 - Revêtement Polimac®
 - Steelgrid® HR
 - Mac Armour®
 - Filets de câbles HEA
 - Filets à anneaux
 - Dimensionnement et essais
- M** Écrans pare-blocs dynamiques
- M** Barrières de protection contre les coulées de débris et glissement de terrain superficiels
- M** Merlons pare-blocs et consolidation
- M** Filets de protection contre les avalanches
- M** Confortement et clouage
- M** Système d'alerte HELLOMAC



CONCEPTS GÉNÉRAUX SUR LES RISQUES NATURELS



1 Merlons pare-blocs contre les éboulements et glissements de terrain



4 Debris Flow et glissements de terrains superficiels



2 Systèmes de grillage et filets pare-éboulis - pendus



5 Écrans pare-blocs dynamiques



3 Systèmes de grillage et filets pare-éboulis- plaqués



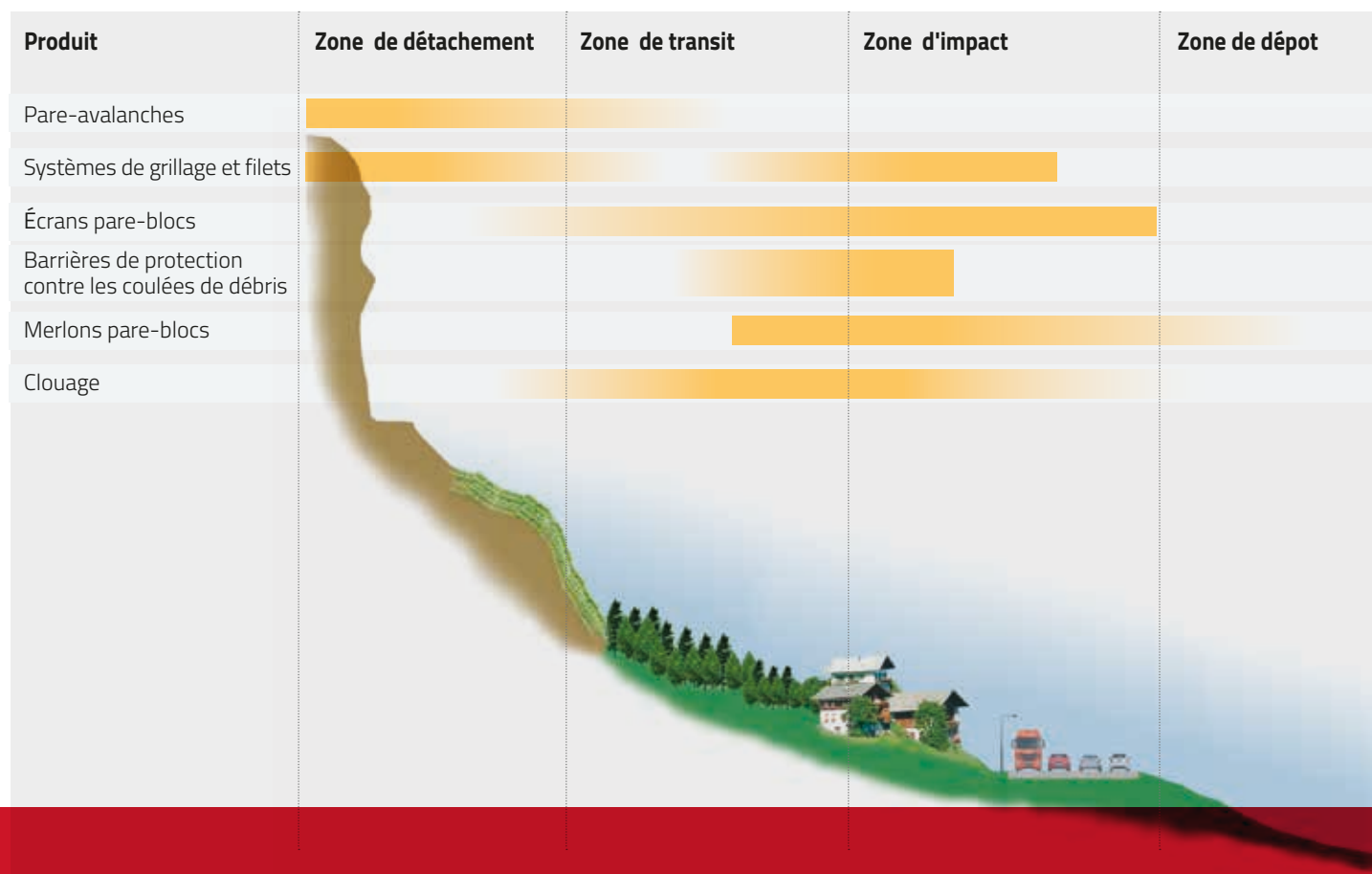
6 Confortement et clouage

CONCEPTS GÉNÉRAUX

ADÉQUATION DE LA SOLUTION ET SITUATION

Plusieurs facteurs sont à prendre en compte lors de la sélection des interventions appropriées pour atténuer les risques naturels. Il est important de mesurer la pertinence et l'efficacité des systèmes et de trouver la solution qui garantit une performance optimale, tout en tenant compte des impératifs du terrain.

Une combinaison de systèmes offre souvent la solution la plus adaptée, associant performances techniques, facilité et sécurité lors de la mise en oeuvre, positionnement prix et satisfaction du client ; un seul produit ne suffit pas à résoudre tous les problèmes provoqués par les risques naturels.



SYSTÈMES DE GRILLAGE ET FILETS

INTRODUCTION

Maccaferri offre une gamme complète de systèmes de grillage et filets offrant une protection contre les éboulements. La sélection de la solution la mieux adaptée repose sur l'analyse des conditions du site du projet (géologie, topographie, environnement, conditions de charge statiques et dynamiques) et des besoins du client (durée de vie, maintenance).

Les logiciels techniques MACRO 1, MACRO 2 et MAC S-DESIGN de Maccaferri permettent aux concepteurs de sélectionner le système et le type de produit appropriés.

Généralement, pour ce type d'ouvrage, le calcul aux ELS est le critère dimensionnant. Ce n'est pas la résistance à la rupture mais la déformation des filets qui doit être examinée, la rigidité est donc un paramètre important dans le dimensionnement, au même titre que la résistance au poinçonnement : elle définit la capacité du système à résister à la pression d'un bloc en appui.

La résistance à la corrosion des systèmes de grillage Maccaferri est assurée par un revêtement en acier hautement galvanisé avec la possibilité d'un revêtement polymère supplémentaire. Pour

les environnements agressifs, l'utilisation du Steelgrid® HR et des filets HEA avec un revêtement polymère est préconisée. Leurs performances sont souvent nécessaires, en particulier pour les applications cotières.

Solutions

Systèmes de grillage et filets pendus	Le système est lesté le long de la paroi depuis un câble sécurisé au sommet. Les débris de roche se détachant de la falaise sont retenus derrière le grillage en toute sécurité et accumulés au pied du talus. Purge périodique des éboulis accumulés.
Systèmes de grillage et filets plaqués	Même principe que celui décrit ci-dessus, sauf que le système est renforcé par des ancrages (avec ou sans câbles) plaquant le grillage ou le filets sur la paroi. Les charges dans le système sont transmises aux ancrages, augmentant ainsi la stabilité du talus.

Système	Rigidité	Résistance
Grillage DT	Moyenne	Moyenne
Steelgrid® HR	Très élevée	Elevée
MacArmour®	Très élevée	Très élevée
Filets HEA	Extrême	Très élevée
Filets anneaux	Faible	Extrême

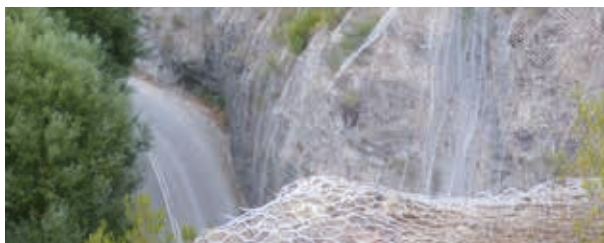


SYSTÈMES DE GRILLAGE ET FILETS GRILLAGE DT

Le grillage métallique double torsion (« DT ») est un grillage très efficace alliant facilité et souplesse d'utilisation à un rapport coût-efficacité inégalé. Utilisé depuis plus de 60 ans dans le monde entier, le grillage DT de Maccaferri offre une protection solide, durable et rentable contre la chute de blocs.

Généralement utilisé en « recouvrement », le grillage DT offre un rideau de protection sur le versant : tous les éléments rocheux et éboulis se détachant du versant sont retenus derrière le grillage.

Le grillage DT de Maccaferri est disponible dans plusieurs types de résistance au poinçonnement et de protection contre la corrosion pour répondre au contexte du projet. Il peut être fourni avec une gamme d'accessoires pour la mise en œuvre tels que des agrafes ainsi que d'autres accessoires permettant une installation plus rapide.



Grillage double torsion vs simple torsion

À la différence du grillage simple torsion (maillon de chaîne), la construction du grillage double torsion (« DT ») permet d'éviter les démaillages du grillage. Des études montrent que les dégâts causés à un grillage DT restent localisés et que le grillage ne se démaillotte pas, grâce à la jonction en double torsion « fermée mais flexible » située entre les fils adjacents.



Caractéristiques	Avantages
Grillage double torsion	Ne se démaillotte pas en cas de rupture de fils
Flexible dans les 3 dimensions	Excellent confinement des débris Facile à installer
Léger	Facilité d'installation
Divers revêtements	Equilibre entre les exigences commerciales et de performances
Agrafes et accessoires	Absence de chevauchement du grillage sur les jonctions latérales = installation rapide et gaspillage minimal
Diverses longueurs et largeurs de rouleaux de grillage	Les longueurs et largeurs sont disponibles sur commande pour répondre aux conditions du site, tout en réduisant le temps d'installation et les pertes de matériaux



REVÊTEMENT POLIMAC®

Le PoliMac® est le nouveau revêtement durable pour répondre à une exposition environnementale plus agressive et à des conditions de fonctionnement plus exigeantes.

Maccaferri a développé **PoliMac®**, un nouveau revêtement polymère pour les produits en grillage à mailles hexagonales double torsion. Il a été développé pour :

- M** Répondre aux exigences environnementales des projets.
- M** Répondre aux exigences de performance technique des projets dans les secteurs de la protection contre les éboulements rocheux, hydrauliques, géotechniques, de contrôle de l'érosion et de protection de l'environnement.
- M** Augmenter la longévité et l'efficacité structurelle grâce à une résistance accrue à l'abrasion et aux produits chimiques.

Le nouveau revêtement **PoliMac®** est un composé polymère inerte qui présente une résistance élevée à l'abrasion. Il est capable de résister aux conditions d'application les plus sévères, y compris les chocs mécaniques et chimiques très agressifs, les rayonnements ultraviolets à long terme et les effets à basse température.

La recette de polymère est exclusive à Maccaferri et a été sélectionnée pour une utilisation dans les secteurs de la protection contre les chutes de pierres, de la construction, des mines et de l'environnement.

Afin de répondre aux exigences de durabilité, la conception des structures de génie civil doit prendre en compte les conditions environnementales attendues pendant la durée de vie de la structure.

**NOUVEAU
REVÊTEMENT
POLYMÈRE**



RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT
PAS DE MÉTAUX LOURDS

LES PRODUITS POLIMAC® ONT UNE IDENTIFICATION
SUR LEURS FILS DE BORDURE

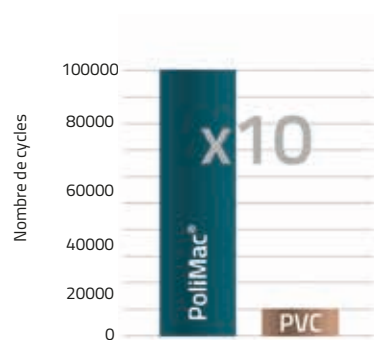
Fil d'acier protégé par une galvanisation longue durée avec une protection polymère additionnelle PoliMac®

Test de résistance à l'abrasion

Le PoliMac® a montré d'excellentes performances en supportant 100,000 cycles d'abrasion selon la méthode d'essai décrite dans la norme EN 60229-8

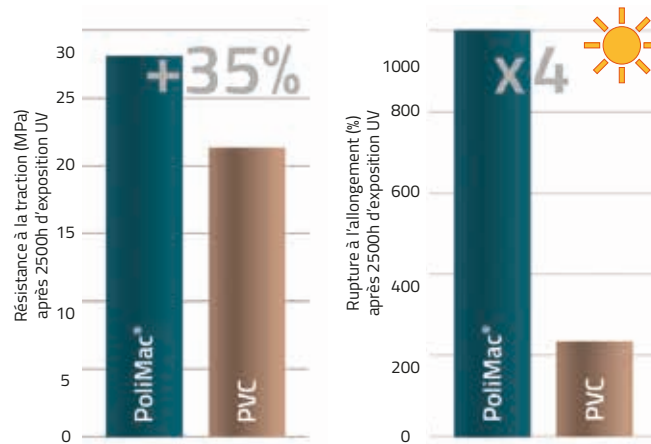


MEILLEURE RÉSISTANCE QUE LES REVÊTEMENTS POLYMÈRES TRADITIONNELS



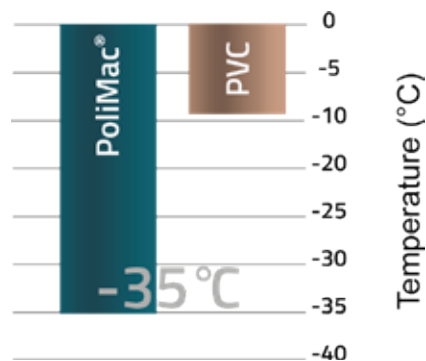
Tests de résistance aux UV

À l'issue des essais de vieillissements accélérés, le PoliMac® a présenté des résultats conformes aux exigences de l'ISO4892-3 et la EN 10223-3, montrant de meilleures résistances à la traction et à l'allongement que les autres revêtements polymériques traditionnels après 2,500h d'exposition aux UV.



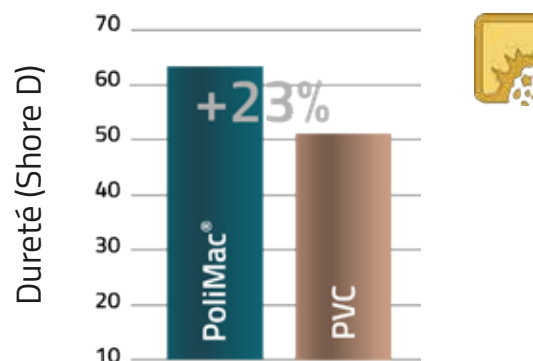
Fragilité due aux basses températures

PoliMac® maintient ses propriétés jusqu'à -35°C selon la méthode d'essai ASTM D 746.



Test de dureté ASTM D 2240

PoliMac® est 23% plus dur que les revêtements polymères traditionnels apportant une meilleure résistance aux impacts et à l'endommagement lors de la mise en œuvre.

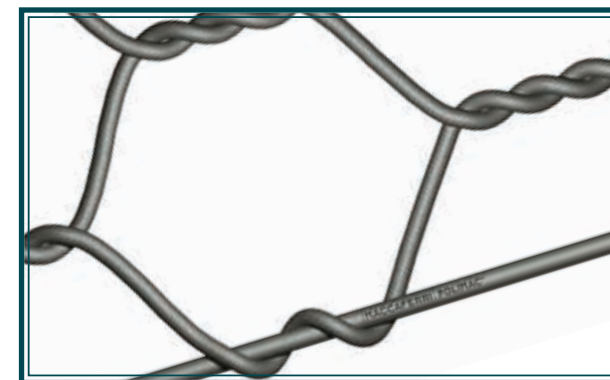


Le nouveau revêtement polymère **PoliMac®** est plus résistant aux attaques chimiques, à la fois pour des conditions de pH acides ou basiques, que les revêtements polymériques traditionnels pour fils d'acier.

Des tests approfondis ont été effectués pour augmenter les performances des structures en grillage double torsion en fil d'acier revêtu de **PoliMac®**.

Le revêtement polymère **PoliMac®** est appliqué à tous les systèmes de grillage Maccaferri pour permettre le développement de solutions qui répondent aux exigences de durabilité, de performance et de rentabilité des projets de génie civil d'aujourd'hui.

Pour identifier le revêtement, les solutions en grillage double torsion Maccaferri ont un fil de lisière avec **POLIMAC®** imprimé dessus.



SYSTÈMES DE GRILLAGE ET FILETS

STEELGRID® HR

Le Steelgrid® HR est un géocomposite tissé offrant une grande rigidité, une résistance élevée à la traction et au poinçonnement avec peu de déformations.

Ce système breveté associe le grillage acier double torsion à des câbles métalliques à haute résistance (1770N/mm²) en un seul produit facile à installer. La présence de câbles en acier tissés dans la maille lors de la fabrication assure une meilleure répartition des charges dans les câbles longitudinaux supérieurs ainsi qu'une faible déformation du système de recouvrement.

- M** Le Steelgrid® HR allie la flexibilité et la simplicité d'installation du grillage double torsion à la haute résistance à la traction, le faible allongement et la longévité des câbles métalliques.
- M** Le Steelgrid® HR est utilisé comme système pendu le long de la paroi ou solidement fixé (faible extension) lorsque les charges dépassent la capacité du grillage DT traditionnel.
- M** Le Steelgrid® HR est disponible dans différentes résistances (la résistance à la traction allant jusqu'à 180kN/m et la résistance au poinçonnement allant jusqu'à 155 kN), offrant aux concepteurs un ensemble de solutions adaptées à chaque situation, permettant de réduire l'impact économique du chantier.



Le produit est disponible en deux niveaux de protection contre la corrosion :

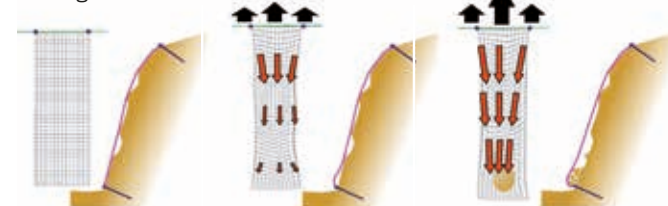
- M Steelgrid® HR** : les fils et câbles du grillage sont galvanisés avec du GalMac® (Zn/Al), un alliage métallique de classe A
- M Steelgrid® HR-PoliMac®** : même composition que le Steelgrid® HR, mais doté d'un revêtement supplémentaire en polymère continu sur le grillage et les câbles.

Lorsque les conditions environnementales sont plus agressives (par exemple en milieux urbains et côtiers), ou que le projet requiert une durée de vie plus longue que celle offerte par le revêtement GalMac® (Zn/Al) de classe A, le Steelgrid® HR revêtu de PVC est particulièrement adapté pour garantir des performances à long terme.

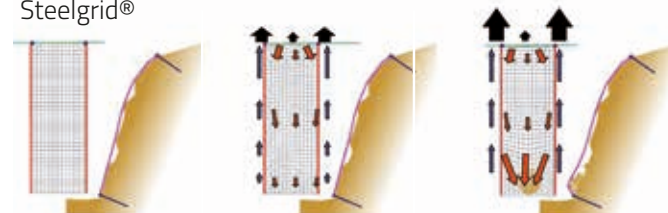
L'installation du Steelgrid® HR est simple : les rouleaux latéraux adjacents du grillage n'ont pas besoin d'être chevauchés, ce qui permet d'éviter toute déperdition et de réduire le temps de mise en œuvre et le coût d'installation par rapport aux autres grillages.

➡ Contraintes exercées sur le système ➡ Réaction du système

Grillage traditionnel



1. Cas théorique 2. Poids du grillage 3. Poids des débris
Steelgrid®



1. Cas théorique 2. Poids du Steelgrid® 3. Poids des débris

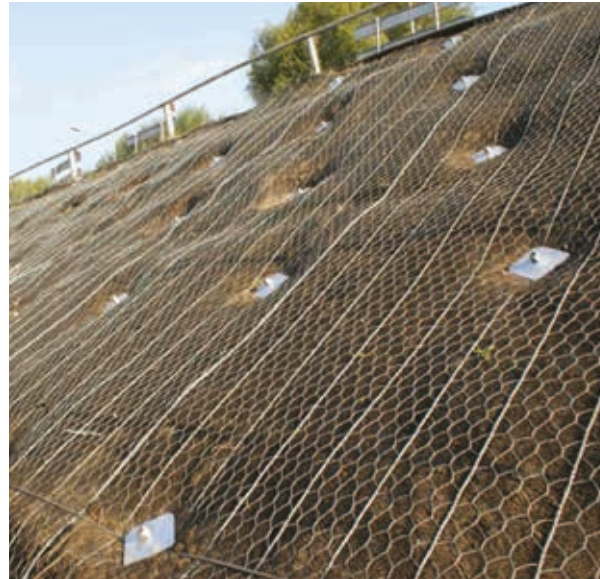
Caractéristiques	Avantages
Câbles en acier	Géocomposite tissé à haute résistance et faible déformation
Câbles en acier	"2 produits en 1" réduisant le temps et le coût d'installation
Câbles en acier	Aucun chevauchement requis entre les rouleaux du grillage sur le talus = réduction du gaspillage des matériaux
Flexible dans les trois dimensions	Excellente retenue des débris et facilité d'installation sur site
Divers revêtements	Rapport performances/coût optimisé



Grillages pendus haute résistance

Le Steelgrid® HR est recommandé pour les parois rocheuses et les talus d'une hauteur élevée ou lorsque de grandes quantités de débris sont attendues ; les câbles en acier longitudinaux permettent la transmission efficace des charges sur les câbles et ancrages situés en tête, entraînant une déformation minimale du grillage.

Certains types de grillages pendus non renforcés (en particulier certains modèles de grillages de type simple torsion) peuvent présenter une déformation très hétérogène durant la charge, dû à l'accumulation d'éboulis entre le grillage et le talus, ainsi qu'à d'autres facteurs comme le poids propre et l'accumulation de glace.



Grillages plaqués

Disponible dans des résistances à la traction allant jusqu'à 180 kN/m et une résistance au poinçonnement pouvant atteindre 155 kN, le Steelgrid® HR, associé aux ancrages, permet également de renforcer la stabilité de la couche superficielle instable d'un rocher ou d'un talus.

De par sa structure, le Steelgrid® HR offre une flexibilité en termes de positionnement des ancrages, réduisant le temps et le coût d'installation.

La plaque d'ancrage HR transmet les sollicitations du grillage aux ancrages. Les quatre pointes aux angles de la plaque d'ancrage HR s'insèrent dans le Steelgrid® HR et retiennent efficacement les câbles en acier.

Le Steelgrid® HR peut aussi offrir une protection intégrale contre l'érosion, en associant deux produits en un : le MacMat® HS.

Il est composé d'une structure tridimensionnelle en filaments de polymère associée à un Steelgrid® HR lors de la fabrication. Il offre une protection immédiate contre l'érosion provoquée par le ruissellement des eaux de pluie, favorise la végétalisation du talus et renforce les racines.

Le kit Steelgrid® HR est un système complet contenant tous les composants requis pour installer le grillage sur les ancrages sur un chantier. Ce kit comprend : le grillage HR ou HR-**PoliMac®**, la plaque d'ancrage HR (le cas échéant), les serre-câbles HR, les manilles HR ainsi que les capuchons HR de protection des câbles.



SYSTÈMES DE GRILLAGE MACARMOUR®

Le nouveau Mac Armour® est un système 2 en 1 qui associe la rigidité des câbles haute résistance bi-orientés avec la flexibilité du grillage double torsion en une nouvelle solution plus robuste et plus sûre capable de répondre à de nombreuses problématiques.

Le Mac Armour® a été développé afin de réduire les risques pour les équipes de mise en oeuvre.

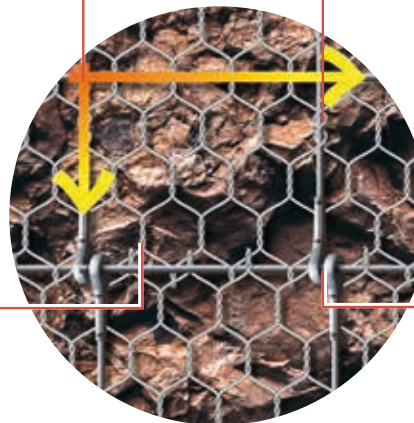
Le nouveau système de connexion réduit le nombre d'opérations manuelles pour effectuer la liaison des rouleaux.

- M** Le Mac Armour® est un produit 2 en 1 qui associe une structure homogène de câbles métalliques en acier avec un grillage double torsion .
- M** Le Mac Armour® a des performances exceptionnelles dans les directions transversales et longitudinales.
- M** Le Mac Armour® a une exceptionnelle résistance au poinçonnement.

Cela maximise la facilité de service de l'infrastructure protégée. Plus la rigidité est élevée, plus le risque d'entraver le bon fonctionnement de la protection après un événement de chute de pierres est faible.

Performances plus élevées

Déformations limitées grâce aux câbles longitudinaux et transversaux.



Homogénéité parfaite

Assure une résistance maximale dans les directions longitudinales et transversales.

Protection longue durée contre la corrosion

Résiste aux conditions environnementales les plus difficiles.



Mac Armour®

Nouvelles connexions faciles à installer

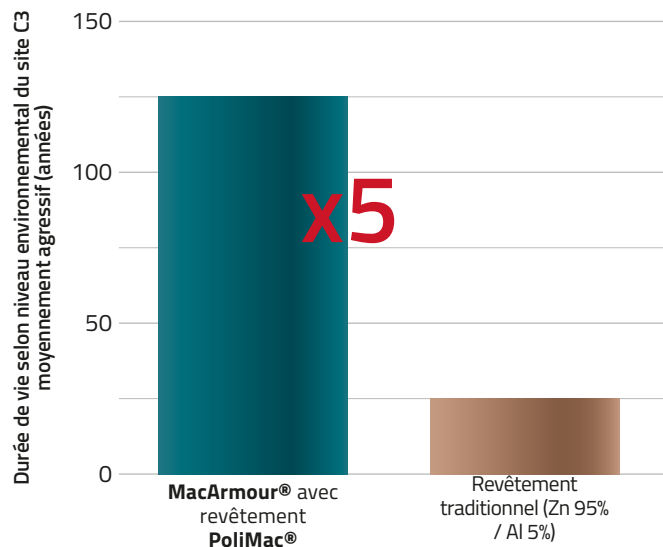
Diminue le temps de mise en oeuvre et les coûts associés.



**NOUVEAU
2 en 1
SYSTÈME DE
PROTECTION**

Durabilité

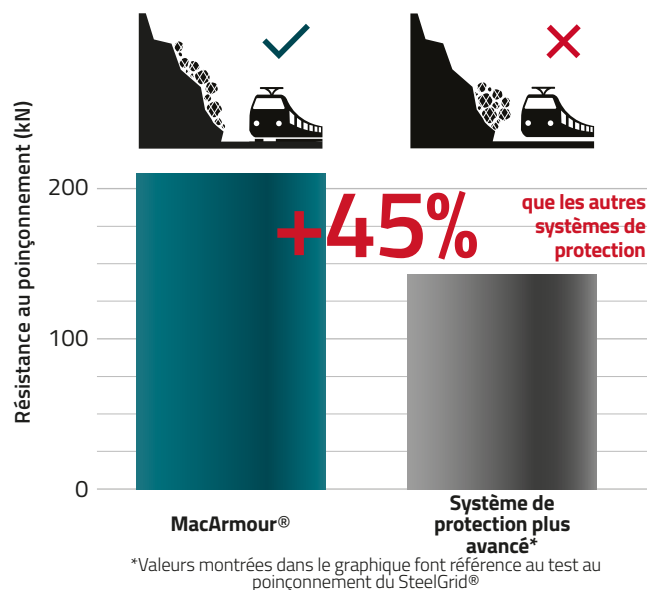
Selon la norme NF EN 10223-3, les revêtements polymères ont une durée de vie plus longue que les revêtements métalliques seuls. Ces derniers ne doivent pas être utilisés dans des environnements agressifs, comme les zones côtières et les zones polluées. Le **MacArmour®** peut être revêtu avec du **PoliMac®**, le nouveau revêtement conçu pour faire face aux conditions environnementales les plus agressives. Le **PoliMac®** est 23% plus résistant que les autres revêtements traditionnels, évitant ainsi les dommages éventuels pendant l'installation.



Entretien

Les systèmes de protection le long des infrastructures sont conçus avec pour objectif de retenir les chutes de blocs empêchant les dommages sur l'infrastructure à protéger.

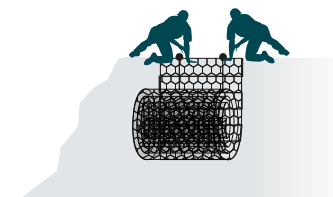
La déformation sous charges est mesurée par des tests de poinçonnement, un test standardisé (ISO 17745/6-2016) qui reproduit la charge appliquée par la chute d'un bloc sur un système de protection. Le **MacArmour®** offre les **plus faibles déformations** sous charges du marché.



Temps d'installation

Le **MacArmour®** est un système 2 en 1 qui permet une réduction de 50% du temps d'installation en comparaison d'autres systèmes couramment utilisés. Cela réduit également les risques pour les équipes de mise en oeuvre.

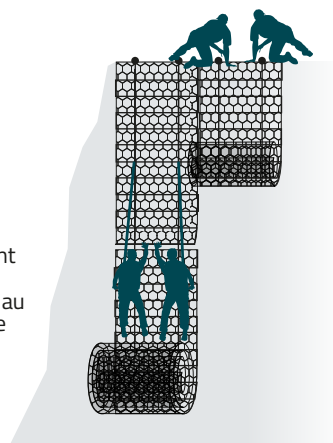
- 1 Fixez le premier rouleau



- 2 Déroulez le système **MacArmour®** jusqu'en bas de la falaise



- 3 Déroulez les rouleaux suivants de **MacArmour®**



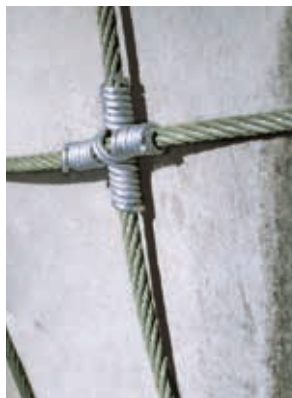
- 4 Liaisonnez facilement les rouleaux de **MacArmour®** grâce au nouveau système de connexion



SYSTÈMES DE GRILLAGE ET FILETS FILETS HEA

Les filets HEA sont les produits les plus résistants de la gamme de grillage Systèmes Mac.RO™ de Maccaferri, offrant une très grande résistance avec de faibles déformations. Les filets sont tissés à partir d'une seule longueur continue de câbles métalliques à haute résistance, entrecroisés à chaque jonction avec la connexion « double nœud » HEA brevetée. Contrairement aux filets de câbles hélicoïdaux simple torsion, les panneaux HEA sont conçus de manière à garantir une très grande résistance aux efforts et à la déformation.

Les filets HEA sont utilisés dans les applications de filets plaqués exigeant un système très résistant et à faible déformation. Grâce à la performance multiaxiale du filet, les charges sont efficacement transférées aux ancrages sur le talus, quel que soit le type d'ancrage.



Un produit personnalisable

Maccaferri propose des filets HEA standards, mais également sur mesure afin de répondre à des besoins particuliers ; ils peuvent être assemblés en usine pour s'adapter aux dimensions du projet, et même inclure des mailles secondaires à petite ouverture. Cela permet ainsi de réduire le temps d'installation sur la paroi rocheuse. Pour de plus amples informations, veuillez contacter Maccaferri.

Type de liaison	Resistance à l'ouverture (kN)	Resistance au glissement du câble (kN)
Filets HEA	24.4	11.9
Broches à haute résistance	13.5	8.0
Broches à faible résistance	4.6	1.3

Caractéristiques	Avantages
Jonctions en double nœud	Maille très résistante qui, en cas de surcharge, s'effile progressivement et ne se démaille pas
Câbles en acier	Résistance mécanique et à l'abrasion
Configuration multiaxiale	Résistance multidirectionnelle / résistance à la déformation
Architecture du panneau principal comprenant un seul câble	Robustesse grâce au nombre de connexions réduit
Flexible dans les 3 dimensions	Excellent confinement des débris et facilité d'installation
Câbles en acier à haute résistance	Faible déformation même sous fortes charges
Câbles hautement galvanisés avec revêtement polymère en option	Longue durée de vie pour s'adapter aux milieux corrosifs



SYSTÈMES DE GRILLAGE ET FILETS

FILETS À ANNEAUX

Les filets à anneaux de Maccaferri sont les systèmes les plus performants de la gamme Mac.RO™. Dotés d'une grande résistance à la déformation, les filets anneaux conviennent particulièrement aux situations présentant un risque élevé d'impacts dynamiques. Les filets sont également utilisés pour la protection des parois rocheuses inclinées soumises à la chute de gros blocs ; les filets à anneaux peuvent absorber ces fortes contraintes locales sans subir de dégâts.

La performance technique des filets anneaux a été optimisée pour offrir un équilibre entre solidité, poids et flexibilité. La performance des filets dépend du diamètre des torons et du nombre de points de contact sur les anneaux adjacents du panneau.



Caractéristiques	Avantages
Structure à base d'anneaux	Haute durabilité mécanique
Configuration multiaxiale	Résistance multidirectionnelle / résistance à la déformation
Filet à haute résistance	Très haute résistance aux impacts dynamiques
Raccordement des anneaux individuels	Degré élevé de durabilité et de sécurité pendant les opérations de maintenance
Divers revêtements	Equilibre entre les exigences commerciales et de performances
Éléments de connexion	Absence de chevauchement du filet sur les jonctions latérales = installation rapide et gaspillage minimal
Diverses longueurs et largeurs de rouleaux de grillage	Les longueurs et largeurs sont disponibles sur commande pour répondre aux conditions du site, tout en réduisant le temps d'installation et les pertes de matériaux



SYSTÈMES DE GRILLAGE ET FILETS

DIMENSIONNEMENT ET ESSAIS

Les grillages et filets Maccaferri ont fait l'objet de tests rigoureux réalisés par des instituts de recherche reconnus sur les chantiers du monde entier. Les processus de gestion qualité contribuent en permanence à l'amélioration des systèmes.

Dans la mesure du possible, des échantillons et essais grandeur nature sont réalisés afin de modéliser le plus précisément les situations concrètes et conditions de charge.

La résistance à la déformation (rigidité) du grillage est particulièrement importante dans les applications réelles car elle détermine le déplacement attendu du grillage mis en tension ; les divers tests effectués permettent d'estimer la rigidité du système et de choisir le produit le plus adapté en fonction des charges et des déformations admissibles.

L'association des résultats obtenus lors des essais ont permis la conception d'un logiciel Maccaferri, le MACRO Studio :

- MACRO 1** Dimensionnement grillage et filets plaqués pour applications sur roches
- MACRO 2** Dimensionnement grillage et filets pendus
- MAC S-DESIGN** Dimensionnement grillage et filets plaqués pour applications sur sol meuble

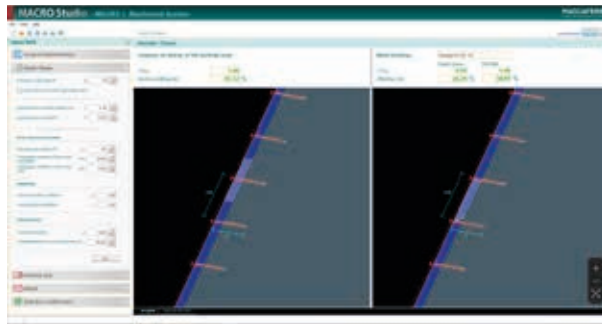
- 1** Les essais de résistance à l'ouverture, au glissement du câble et au poinçonnement modélisent les efforts appliqués par la roche sur le filet. Cela représente la résistance du filet au démaillage sous des charges de rupture extrêmes.



MACRO 2 Studio : Dimensionnement grillage et filets pendus



- 2 Les tests effectués sur les grillages et filets Maccaferri ont été réalisés selon la norme UNI 11437:2012; EN 10223-3:2013 ; ISO 17745:2016 et ISO 17746:2016. L'utilisation d'échantillons à grande échelle permet d'inclure les résultats du test et d'utiliser cette méthodologie dans le logiciel de dimensionnement MACRO 1.



MACRO 1 Studio : dimensionnement grillage et filets plaqués



- 3 Des essais de compression et de traction de sol sont effectués pour simuler l'action exercée par les plaques d'ancrages sur le grillage et le sol en dessous.



MACRO S-DESIGN : dimensionnement grillage et filets plaqués



ÉCRANS PARE-BLOCS DYNAMIQUES

Lorsqu'il est impossible d'intervenir dans la zone de détachement, la pose d'écrans dans les zones transitoires ou d'impact peut se révéler très efficace pour protéger les infrastructures.

Maccaferri propose une gamme d'écrans répondant à la plupart des contraintes du terrain :

M Barrières « Debris Flow »

M Écrans pare-blocs dynamiques

Les écrans pare-blocs dynamiques de Maccaferri ont une capacité d'absorption d'énergie à partir de 100kJ.

Les écrans Maccaferri ont été développés conjointement avec des entreprises spécialisées. Les écrans présentent ainsi des caractéristiques qui permettent une mise en œuvre plus rapide et sécurisée, réduisant le temps passé sur le site.

Le choix de l'écran approprié est réalisé d'après l'analyse commerciale et le dimensionnement, en tenant compte du type et du volume de matériaux susceptibles d'impacter la barrière, des caractéristiques physiques du talus et de l'infrastructure à protéger.

Cela permet de déterminer le type, l'emplacement, la hauteur et la capacité de la barrière.

Peu d'espace au niveau du talus ?

Maccaferri peut vous proposer des écrans pare-blocs dynamiques dotés de capacités d'absorption d'énergie plus faibles, assurant une protection sans haubans en amont, diminuant les coûts et le temps d'installation sur le site.



AGRÉMENT TECHNIQUE EUROPÉEN ET ÉCRANS MARQUÉS CE

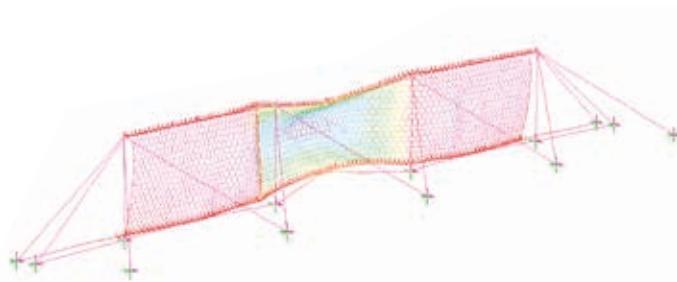
Les écrans pare-blocs dynamiques de Maccaferri sont testés et certifiés conformément au Guide d'Agrément Technique Européen (EAD 340059-00-0106) de l'Organisation européenne pour l'agrément technique (EOTA).

Maccaferri s'est vu décerner l'agrément technique européen (ETA) pour sa gamme d'écrans dotés de capacités d'absorption d'énergie à partir de 100kJ. Les contrôles détaillés après la fabrication, la livraison et l'installation ont permis de recevoir le marquage CE (certificat de qualité) pour ses systèmes d'écrans pare-blocs.

Après un impact important, l'écran subit une déformation. La hauteur résiduelle de l'écran après l'impact est un facteur important : l'écran peut en effet être exposé à un second impact de chutes de pierres à brefs intervalles avant d'avoir pu être réparé. Tous les écrans pare-blocs dynamiques de Maccaferri présentent des hauteurs résiduelles de catégorie A conformément au référentiel EAD 340059-00-0106.

Pendant le processus de conception, les ingénieurs s'appuient sur les données de performance des écrans, recueillies durant les tests d'impacts grandeur nature requis par l'agrément EAD 340059-00-0106.

Les tests d'après l'EAD 340059-00-0106 assurent aux maîtres d'oeuvre et maîtres d'ouvrage que les écrans pare-blocs ont été testés et évalués par un organisme indépendant, selon un ensemble de directives rigoureuses afin de garantir le respect des normes de qualité et de performance.



Dissipateurs d'énergie

Les écrans pare-blocs dynamiques de Maccaferri peuvent être équipés de deux types de dissipateurs d'énergie. Le dissipateur breveté de type STEEL Omega améliore le contrôle des charges sur l'écran pare-blocs et réduit les charges sur la fondation. Alternativement, des dissipateurs d'énergie légers peuvent être installés. Ceux-ci sont légers, résistants à la corrosion, faciles à remplacer et très simples à inspecter visuellement pour détecter les signes d'impacts, même mineurs.



DÉBRIS FLOW & BARRIÈRES DE PROTECTION CONTRE LES GLISSEMENTS DE TERRAIN SUPERFICIELS

Les débris flow sont des coulées très rapides de matériaux hétérogènes déclenchées par l'accumulation rapide d'eau dans le talus, saturant le sol. Les coulées de débris peuvent se déverser à de très grandes vitesses et contenir de grandes quantités de matières, présentant un risque élevé pour les populations et les infrastructures.

Selon les météorologues, les changements climatiques mondiaux vont conduire à une augmentation des précipitations dans de nombreuses régions, générant des coulées de débris et des glissements de terrain superficiels.

Les barrières DF Maccaferri sont positionnées dans la trajectoire prévue du débris flow ou du glissement de terrain superficiel, souvent dans des ravines naturelles, canaux ou goulottes sur le talus.

Les barrières DF sont conçues afin de s'adapter aux dimensions du projet, aux débris prévus ainsi qu'au volume des coulées escompté.

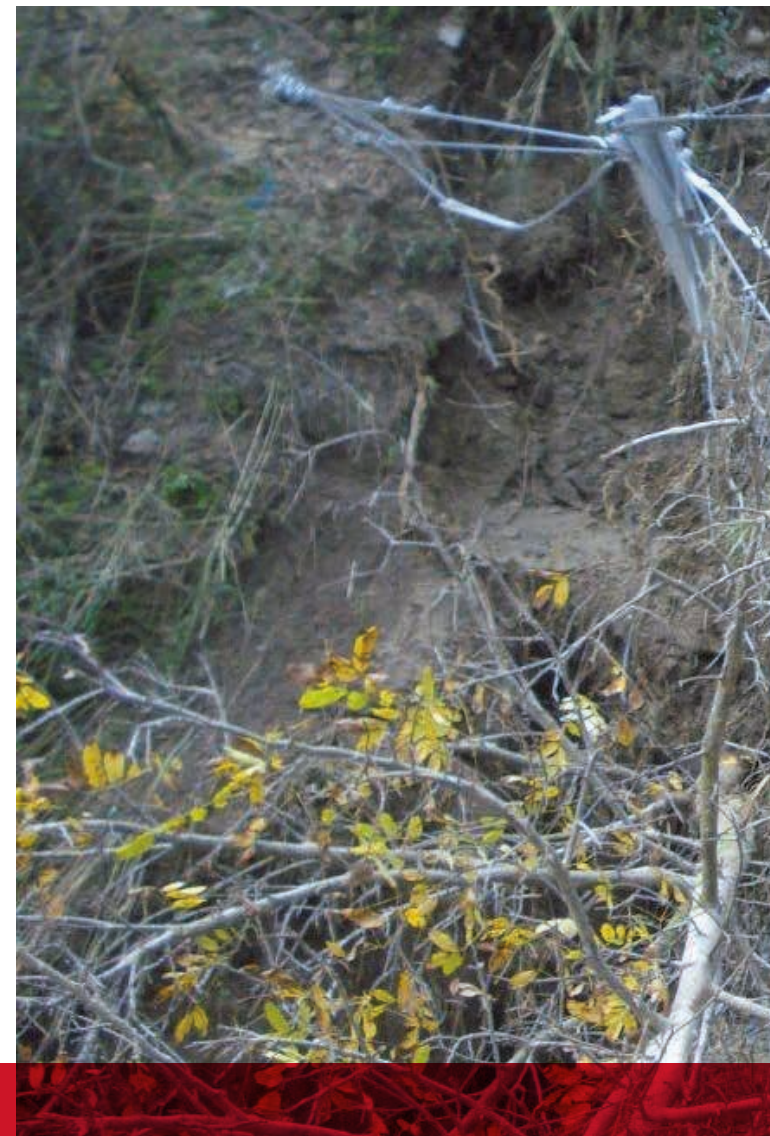
Lors de l'impact avec les éboulis, la barrière DF se déforme progressivement, dissipant la pression hydraulique en laissant passer l'eau tout en conservant la partie solide du flux de débris. Le principal paramètre du processus est la pression (dynamique et statique) exercée sur la barrière par le flux de débris. Maccaferri propose des barrières différentes, capables de résister à différents niveaux de pression, de maintenir l'intégrité de la structure et de sécuriser les infrastructures en aval.

Entretien après l'impact

Une fois que la barrière DF Maccaferri a été déployée et a stoppé la coulée de débris, les éboulis sont purgés et éliminés.

On procède au remplacement des dissipateurs d'énergie tandis que l'on vérifie l'état des câbles de support et du grillage avant leur réutilisation ou remplacement.

Le coût de remplacement des composants est minime comparé à la purge des éboulis de la barrière, ou du nettoyage d'une coulée de débris non stoppée par une barrière.





MERLONS PARE-BLOCS ET CONSOLIDATION

Lorsque la capacité des écrans pare-blocs n'est pas suffisante, on utilise généralement des remblais de terre et des merlons pour assurer la protection contre les risques naturels : glissements de terrain, chutes de pierres, avalanches, etc.

Récemment encore, la surface au sol de ces remblais était limitée par les paramètres géotechniques du matériau utilisé pour construire le remblai.

Grâce à ses connaissances acquises depuis plus de 30 ans dans les domaines des renforcements de sols et des géosynthétiques, Maccaferri est reconnu pour son expérience. Le recours aux solutions de renforcement des sols préconisées par Maccaferri pour construire des merlons pare-blocs a de nombreux avantages :

- M** L'emprise au sol du merlon est sensiblement réduite
- M** Les inclinaisons des parements peuvent être plus abrupts
- M** Le merlon est plus stable et plus solide
- M** Les déblais du site peuvent souvent être renforcés et réutilisés, privilégiant ainsi la durabilité
- M** Maccaferri fabrique une grande variété de géogrilles pour le renforcement des sols pour s'adapter à la plupart des contraintes du site
- M** La végétalisation du parement du merlon est respectueuse de l'environnement

L'analyse par la méthode des éléments finis a été utilisée pour concevoir les remblais renforcés Maccaferri qui offrent une capacité d'absorption d'énergie de 20 000kJ.

Si l'on dispose d'un espace suffisant, il est possible d'obtenir des capacités d'absorption d'énergie quasi illimitées.

Systèmes de renforcement des sols Maccaferri

- M** Terramesh®
- M** Terramesh® Vert
- M** Géogrilles Paragrid® & Paradrain®
- M** Géogrilles MacGrid® WG
- M** Système Duna®

Avantages des merlons

Dans les situations présentant des risques naturels élevés, les merlons peuvent :

- M** Être une solution économique avec des performances optimales (€/kJ capacité d'énergie)
- M** Fournir une capacité d'énergie quasi illimitée (>20,000kJ)
- M** Fournir une résistance à de nombreux impacts sans réparation
- M** Contenir de grandes quantités de débris
- M** Nécessiter très peu d'entretien
- M** Dévier les coulées afin d'éviter les infrastructures



ERDOX® & ERDOX® TERRA TERRA-FRONT

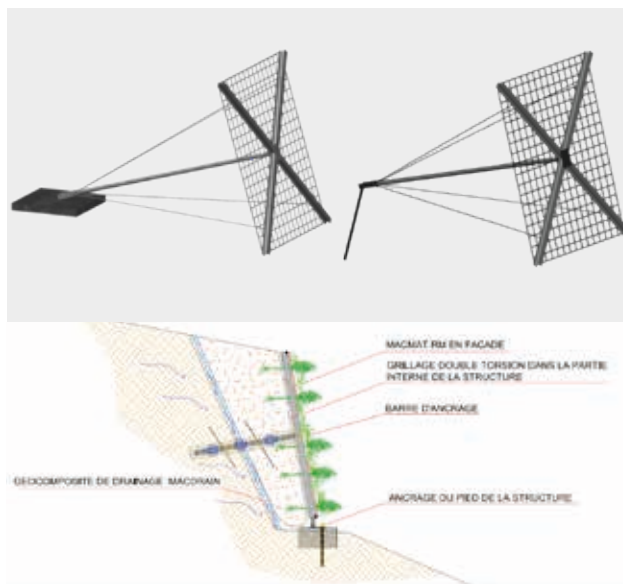
Les Erdox® sont des structures pré-assemblées particulièrement adaptées à une remise en état rapide et sûre.

Les structures Erdox® Terra & Terra-Front sont des dispositifs multifonctions conçus pour stabiliser le sol sur les pentes. Étant pliable, les unités Erdox peuvent être facilement transportées.

Les unités Erdox® dispose d'un mono ancrage ce qui simplifie l'installation, surtout en cas de travaux d'urgence. Les Erdox® peuvent être remblayées avec des matériaux du site.

Principaux avantages :

- M** Pré-assemblé et prêt à être utilisé
- M** Léger et simple à installer
- M** Facile à transporter (héliportable)



Erdox® est la solution la plus efficace pour une remise en état rapide et sûre des zones touchées par des glissements de terrain qui ne sont pas facilement accessibles.

FILETS DE PROTECTION CONTRE LES AVALANCHES

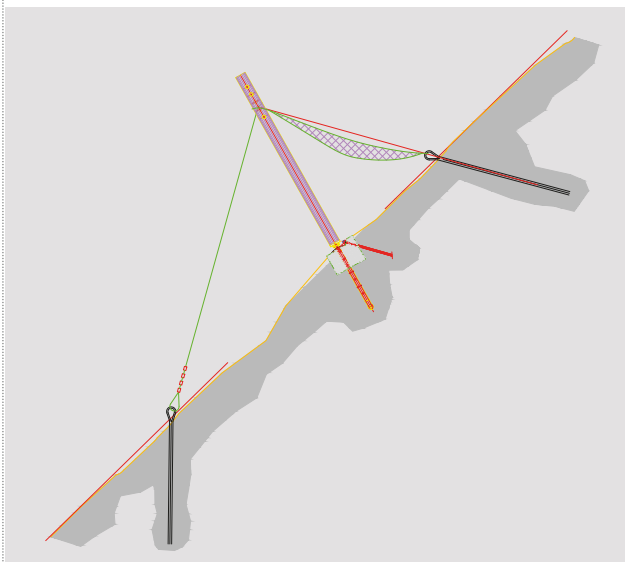
Les filets pare-avalanches souples de Maccaferri réduisent de manière significative les risques d'avalanches sur les infrastructures et les stations de ski.

Les filets pare-avalanches sont développés afin de stabiliser le manteau neigeux dans la zone de détachement et d'empêcher le déclenchement des avalanches. Le manteau neigeux exerce une pression qui doit être absorbée par les filets et transférée au terrain par le système articulé constitué de poteaux et d'ancrages.

Il est d'usage de positionner les lignes de filets pare-avalanches au-dessus et en-dessous de la zone de détachement, limitant la propagation de la fracture dans le manteau neigeux.

Les avantages des filets pare-avalanches sont :

- M** Adaptables à des terrains irréguliers
- M** Légers et simples à installer
- M** S'adaptent à des épaisseurs de manteaux neigeux importantes
- M** Faible impact visuel dans l'environnement



Nos filets pare-avalanches OM SNOW NET d'une hauteur D_k de 4.5m sont certifiés par l'Institut Fédéral Suisse pour l'étude du manteau neigeux et des avalanches de Davos – SFISAR « Directives Suisses pour la construction des ouvrages de protection contre les avalanches dans les zones de détachement, 2006. »



BAFU-FOEN

Nos filets pare-avalanches OM SNOW NET d'une hauteur H_N de 3.0 m et 4.0 m sont certifiés par l'Apave conformément à la norme NF P95-304 (2016).

ERDOX® & ERDOX® NEIGE NEIGE Junior

Les structures Erdox® Neige sont des protections qui sont placées dans les zones de déclenchement d'avalanche et stabilisent le manteau neigeux. Cela limite les volumes de neige qui peuvent être mobilisés, réduisant le risque global d'avalanche.

La structure Erdox® Neige est une unité pré-assemblée disposant d'un ancrage unique. Elle est composée d'une structure de parement en poutre d'acier en forme de croix. Une des deux poutre en acier est divisée en deux parties reliées entre elles afin de simplifier le transport de l'unité en restant pliée.

Les avantages de Erdox® Neige :

- M** Convient aux pentes raides
- M** Léger et facile à installer
- M** Facile à transporter (héliportable)



Les performances de Erdox® Neige sont approuvées par le Conseil supérieur des travaux publics italien (CVT).

CONFORTEMENT ET CLOUAGE

La technique du clouage peut être utilisée sur des pentes naturelles ou excavées, et consiste à renforcer le talus par l'insertion de barres d'ancrages.

Ces ancrages permettent d'assurer la stabilité globale du talus et sont reliés à un système de parement qui apporte une stabilité superficielle. Ce système de parement peut être rigide, flexible ou peut même accueillir un système de végétalisation structurel de type MacMat® R.

Le système de recouvrement stabilise la portion superficielle du talus qui peut être sollicitée entre les ancrages, risquant de déstabiliser l'ensemble du talus.

Le système innovant MacMat® HS associe le renfort du Steelgrid® HR au géomat tridimensionnel en un seul produit, particulièrement indiqué pour répondre aux exigences de performance et de végétalisation ; le temps d'installation est réduit et simplifié.

Pour concevoir ces systèmes de recouvrement appropriés à chaque situation, Maccaferri a mis au point BIOS, un nouveau logiciel permettant d'aider dans le choix de revêtements souples et flexibles. Pour contrôler la stabilité générale (globale) du talus renforcée par le clouage, on utilise un logiciel de dimensionnement géotechnique adapté, MacSTARS.

Les nombreux systèmes de protection contre l'érosion et d'atténuation des chutes de blocs de Maccaferri apportent des solutions pour stabiliser la surface et notamment :

M Le renforcement des recouvrements souples : grillage DT, filets HEA, SteelGrid® HR, MacMat® R, MacMat® HS

Les études géotechniques et de conception déterminent l'adéquation du clouage pour renforcer un talus instable. Maccaferri propose de nombreuses autres solutions, comme les ouvrages de soutènement et sols renforcés, lorsque le clouage n'est pas adapté.

Fonctions du système de recouvrement:

- M** Il protège la surface exposée de l'érosion
- M** Il assure la stabilité le temps que la végétation soit installée
- M** Il réalise une jonction entre les éléments superficiels instables et la partie profonde et stable de la pente

Fonctions du système de clouage:

- M** Il renforce en profondeur la stabilité de la falaise
- M** Il offre un renforcement durable de la falaise
- M** Il est relié au système de recouvrement approprié

Pente recouverte de clous et de grillage



Rigidité du recouvrement flexible



SYSTÈME D'ALERTE HELLOMAC

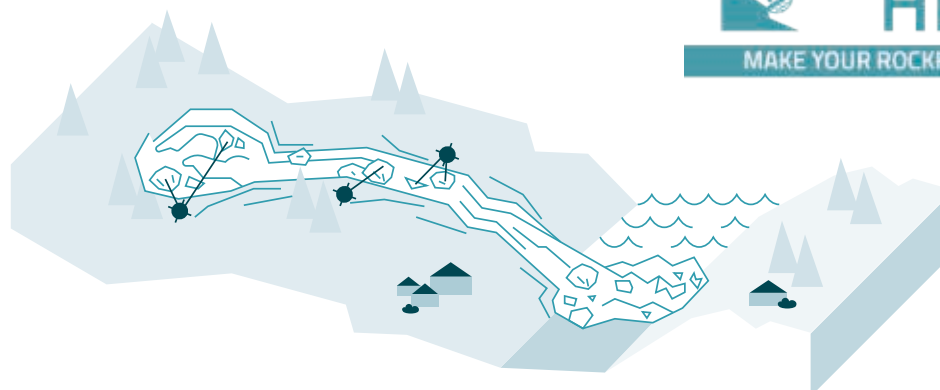
HELLOMAC est un système d'alerte développé pour surveiller les protections contre les chutes de blocs, particulièrement dans les zones éloignées. Recevez une alerte lorsqu'un évènement se produit !

Système d'alerte facile à installer qui s'adapte aux **systèmes de filets et grillage, écrans pare-blocs et barrières contre les glissements superficiels de talus**. HELLOMAC convient également à la surveillance des évènements naturels.

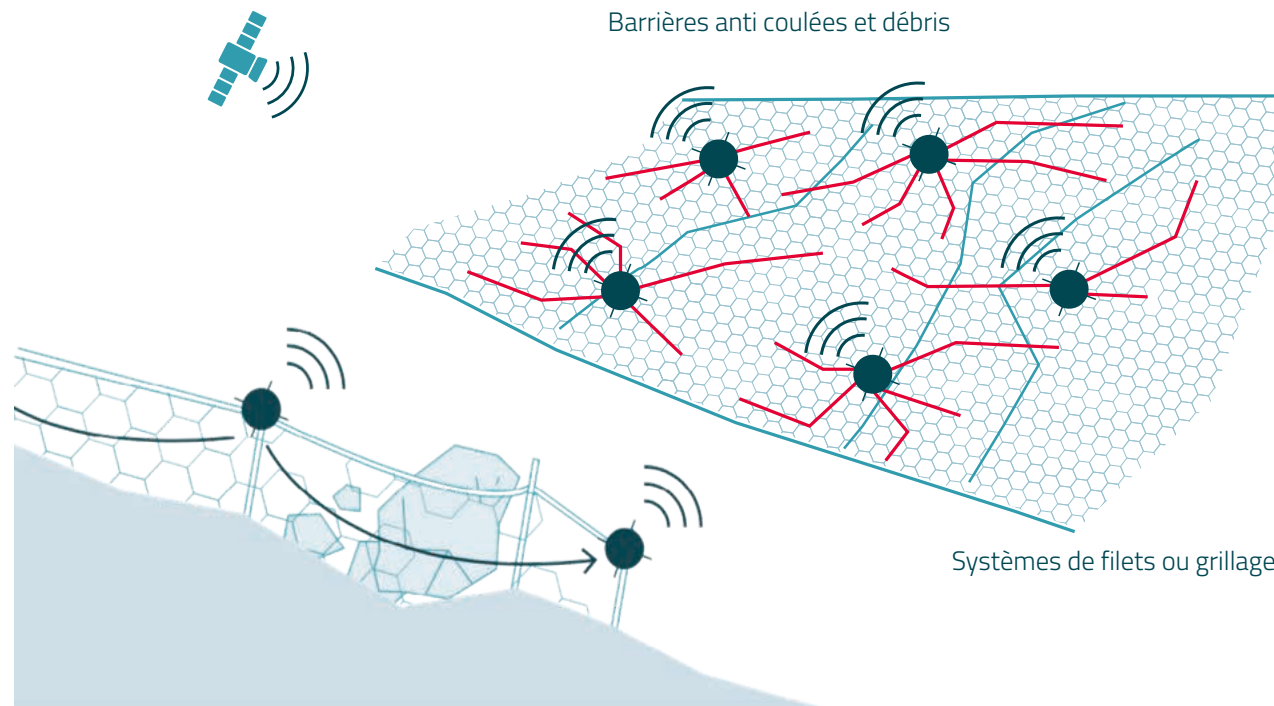
- M** Fiable et précis
- M** S'installe facilement sans compétence particulière
- M** Ne nécessite pas d'activités de câblage sur le talus
- M** Ne nécessite pas de batterie supplémentaire externe
- M** Ne nécessite pas de maintenance

Développé pour fonctionner également dans les régions éloignées, où la couverture cellulaire n'est pas disponible.

Contrairement aux systèmes traditionnels, HELLOMAC signale les événements sur chaque module de la barrière, permettant au système de détection d'être restauré d'une manière plus simple et plus économique.



Barrières anti coulées et débris



Systèmes de filets ou grillage



Ecrans pare-blocs

Dispositif HELLOMAC

HELLOMAC est un système d'alerte pour la sauvegarde des vies, des infrastructures et des bâtiments protégés par tous types de barrières.

Il peut être transporté dans des endroits éloignés en raison de sa petite dimension et de sa légèreté.

Il peut être facilement fixé au poteau des barrières par des équipes non qualifiées.

HELLOMAC a 8 batteries avec une durée de vie estimative de 5 ans rendant les visites d'entretien annuelles inutiles. Chaque dispositif communique sur son statut et sa batterie de façon journalière.

Transmission quotidienne de l'emplacement et de l'état de protection contre les chutes de pierres.

Testé contre les impacts (résiste à des accélérations jusqu'à 16g).

Le système fonctionne à des températures entre -40°C et +60°C.

Il a été spécialement testé sur les écrans Maccaferri par l'Ecole Polytechnique de Milan.

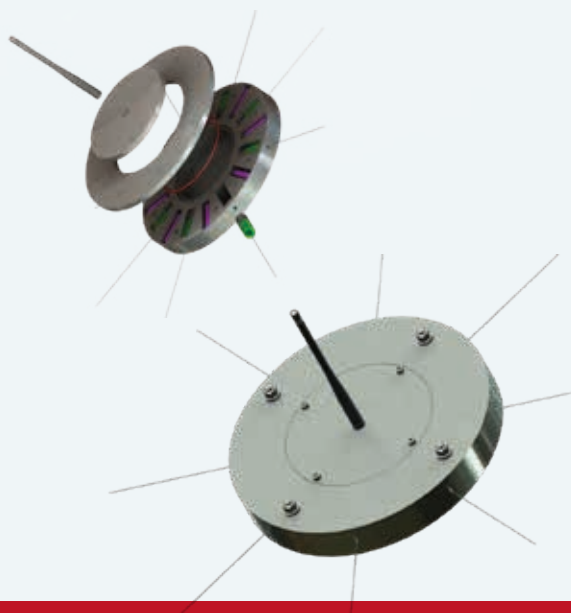
Convient également aux protections déjà existantes.
HELLOMAC s'adapte aussi pour la surveillance des événements naturels.

De quoi est-il fait ?

HELLOMAC est un dispositif compacte et robuste, fabriqué avec un alliage métallique spécial, choisi pour résister à des forces considérables.

HELLOMAC pèse environ 8 kg.

Il est capable de détecter des événements (chutes de blocs, déformations, poussées, etc.) jusqu'à 8 directions dans chaque module de protection.



Que fait-il ?

En ligne avec les recommandations des normes UNI 11211-5 (Mai 2019) et UNI 11211-2 (Juin 2007), HELLOMAC envoie des alertes dans un temps réduit.

Quelque soit la barrière surveillée, une alarme est envoyée par une application, par email ou par SMS mais peut également activer des sirènes localement.

Soyez informés lorsqu'un événement de chutes de blocs se produit via une application mobile, SMS et email.



ACCESSOIRES DU SYSTÈME

Maccaferri propose également divers accessoires, spécialement sélectionnés pour leur compatibilité avec la gamme de solutions d'atténuation des éboulements. Selon leurs besoins, les clients peuvent opter pour une solution globale ou choisir des composants individuels correspondant au projet et aux exigences locales.

Barres autoforantes à haute résistance

Disponibles dans différents diamètres, résistances d'acier et traitements de protection contre la corrosion, notamment électrolytique, galvanisé à chaud, ou revêtues de résine époxy.

Des taillants, manchons, plaques et boulons sont fournis pour s'adapter aux exigences du projet et à l'état du terrain.



ETAPE 1

Résistance de la barre, type d'acier et protection anticorrosion



ETAPE 2

Taillants adaptés à la nature du terrain



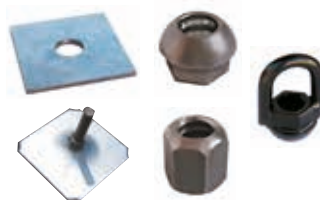
ETAPE 3

Manchon



ETAPE 4

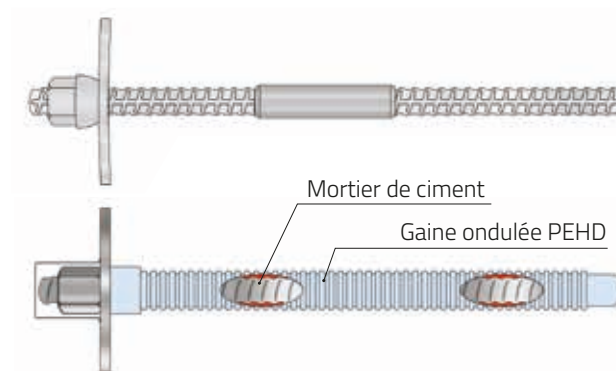
Ecrous et plaques



Barres à filetage continu

Disponibles dans différents diamètres, résistances d'acier et traitements de protection contre la corrosion, notamment électrolytique, par galvanisation à chaud, revêtement de résine époxy ou double protection contre la corrosion. Des manchons, des centreurs et plaques sont fournis pour répondre aux exigences du projet.

Les barres MacRO™ à Double Protection Type 2 contre la Corrosion (selon la norme EN 1537) sont des barres à filetage continu haute résistance et enduites d'une couche de mortier de ciment encapsulée dans une gaine ondulée PEHD de 1,2 mm d'épaisseur.



ETAPE 1

Résistance de la
barre, type d'acier et
protection anticorrosion

**ETAPE 2**

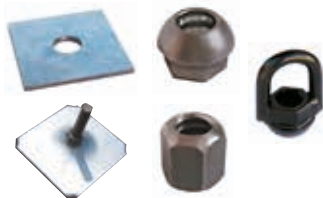
Manchon

**ETAPE 3**

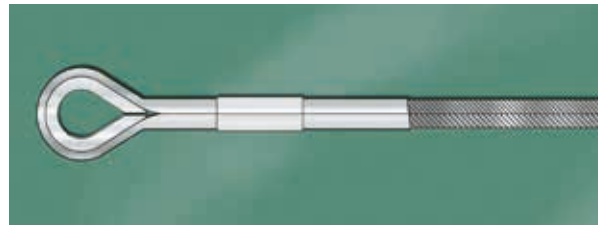
Tubes
stabilisateurs /
Centreurs

**ETAPE 4**

Ecrous et plaques

**Ancrage flexible à câbles**

Utilisé lorsque le sens des forces de rupture est variable ou incliné dans l'axe de l'ancrage. Utilisations comme point d'ancrage supérieur sur les systèmes de recouvrement et comme tirants pour les haubans des protections contre les éboulements, les coulées de débris et des structures pare-avalanches. Disponibles dans une variété de résistances et de longueurs, tous les composants en acier sont hautement galvanisés en vue de garantir leur longévité.

**Micropieux**

Ils servent à stabiliser les fondations des écrans de protection contre les chutes de pierres et les coulées de débris. Ils peuvent être fournis en une seule longueur, avec un raccord à vis direct ou des manchons, en fonction du diamètre et des spécifications.

**Kit Steelgrid® HR - Accessoires du système**

Cette gamme d'accessoires est utilisée dans le système HR haute résistance Steelgrid® :

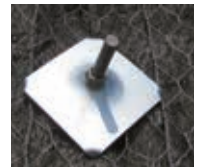
Les manilles HR raccordent latéralement les panneaux adjacents du grillage Steelgrid® HR et ne nécessitent aucun outil. Ces maillons se fixent autour des câbles métalliques, les reliant étroitement. Disponibles en deux finitions, galvanisé GalMac® (classe A) et en acier inoxydable (pour être utilisés avec le Steelgrid® HR revêtu de **PoliMac®**).



Les serres-câbles HR sont techniquement supérieurs aux serres-câbles traditionnels et servent à raccorder les câbles entrecroisés dans le Steelgrid® HR sur les câbles situés au pied et au sommet de la falaise ou du talus. Produits à partir d'acier au carbone forgé et galvanisé à chaud, les serres-câbles HR offrent une performance, une fiabilité et une durée de vie optimales.



Les plaques HR sont conçues pour offrir une performance optimale avec le Steelgrid® HR en renforçant la rigidité du système. Elles peuvent supprimer la sensibilité du placement de l'ancrage dans les recouvrements renforcés et les installations « clouées ».



Les capuchons HR sont recommandés pour les projets nécessitant du Steelgrid® HR-**PoliMac®** et permettent d'accroître la durée de vie dans les environnements très agressifs.



Les accessoires ne sont pas tous disponibles dans toutes les filiales de Maccaferri. Pour plus d'informations, veuillez contacter le bureau Maccaferri de votre pays.



France Maccaferri S.A.S.

8 rue Pierre Méchain - CS80008
26901 Valence cedex 9 - France

T: +33 (0) 4 75 86 19 99

F: +33 (0) 4 75 86 09 19

E: salesfr@maccaferri.com

www.maccaferri.com/fr

Officine Maccaferri S.p.A.

Via J.F. Kennedy, 10
40069 Zola Predosa (Bologna) - Italy

T: +(39) 051 643 6000

F: +(39) 051 643 6201

E: info@hq.maccaferri.com

www.maccaferri.com

Engineering a Better Solution

La devise de Maccaferri est "Engineering a Better Solution". Nous ne fournissons pas seulement des produits, nous travaillons en partenariat avec nos clients, en leur offrant une expertise technique pour des solutions polyvalentes, économiques et respectueuses de l'environnement. Notre objectif est de tisser des relations bénéfiques pour tous par la qualité de nos services et de nos solutions.

DES INGÉNIEURS A TRAVERS LE MONDE

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, nous avons inventé les gabions et changé radicalement le paysage du génie civil. Nous le changeons encore aujourd'hui. Nous travaillons chaque jour pour trouver de meilleures solutions pour nos clients partout dans le monde. Notre réseau mondial se développe grâce à l'innovation et à la diversification de nos secteurs d'activité et à une gamme croissante de produits et d'applications de haute qualité et respectueux de l'environnement.

PROFIL DU GROUPE OFFICINE MACCAFERRI

Fondé en 1879, Officine Maccaferri est rapidement devenu une référence mondiale dans la conception et le développement de solutions avancées, avec des filiales dans plus de 70 pays et 30 usines dans le monde. Notre mission est de rechercher l'excellence grâce à l'amélioration continue, tout en fournissant aux clients des solutions techniques innovantes, avancées et respectueuses de l'environnement. Nous nous engageons à garantir une sécurité, une qualité et une durabilité exceptionnelles afin d'apporter une réelle valeur ajoutée à tous nos interlocuteurs.

APPLICATIONS MACCAFERRI



MURS DE SOUTÈNEMENT
& SOLS RENFORCÉS



STABILISATION DES SOLS &
RENFORCEMENT DES CHAUSSEES



DRAINAGE



CLÔTURE & FILS



OUVRAGES HYDRAULIQUES



RENFORCEMENT SOUS REMBLAIS



TUNNEL*



FILETS/CAGES D'AQUACULTURE



PROTECTION CONTRE LES CHUTES
DE BLOCS & FILETS
PARE-AVALANCHES



PROTECTION CÔTIÈRE & DES
CONDUITES SOUS-MARINES



AMÉNAGEMENT PAYSAGERS &
ARCHITECTURAUX



DALLAGES EN BÉTON,
PRÉFABRICATION & AUTRES
UTILISATIONS*



ÉROSION SUPERFICIELLE



ENVIRONNEMENT, TRAITEMENT
DES BOUES & ISO



BARRIÈRES DE SÉCURITÉ ET ANTI
BRUIT



FABRICATION
INDUSTRIELLE

MACCAFERRI

