



# WEBINAIRE : LES REMBLAIS RENFORCÉS: LA FAMILLE TERRAMESH

Auteur Alexandre Plastre – Responsable du Bureau Technique



[a.plastre@maccaferri.com](mailto:a.plastre@maccaferri.com)

Port : (+33) 6 77 01 55 46

Date 30 juin 2023

**MACCAFERRI**



## FRANCE MACCAFERRI Webinaire



**Pour toute question**

❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ INTRODUCTION

❑ LA FAMILLE TERRAMESH

❑ DIMENSIONNEMENT

❑ MISE EN ŒUVRE

❑ ETUDE DE CAS

# QUI SOMMES NOUS ?



Ventes dans + 130 pays



CA + 600 M€



+ 3 000 employés



23 usines



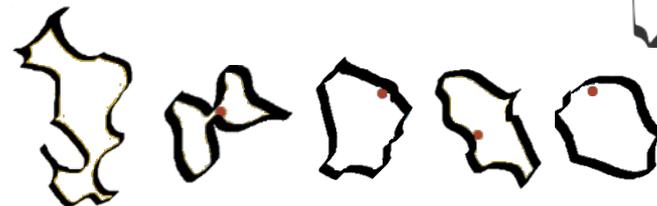
+ 60 filiales

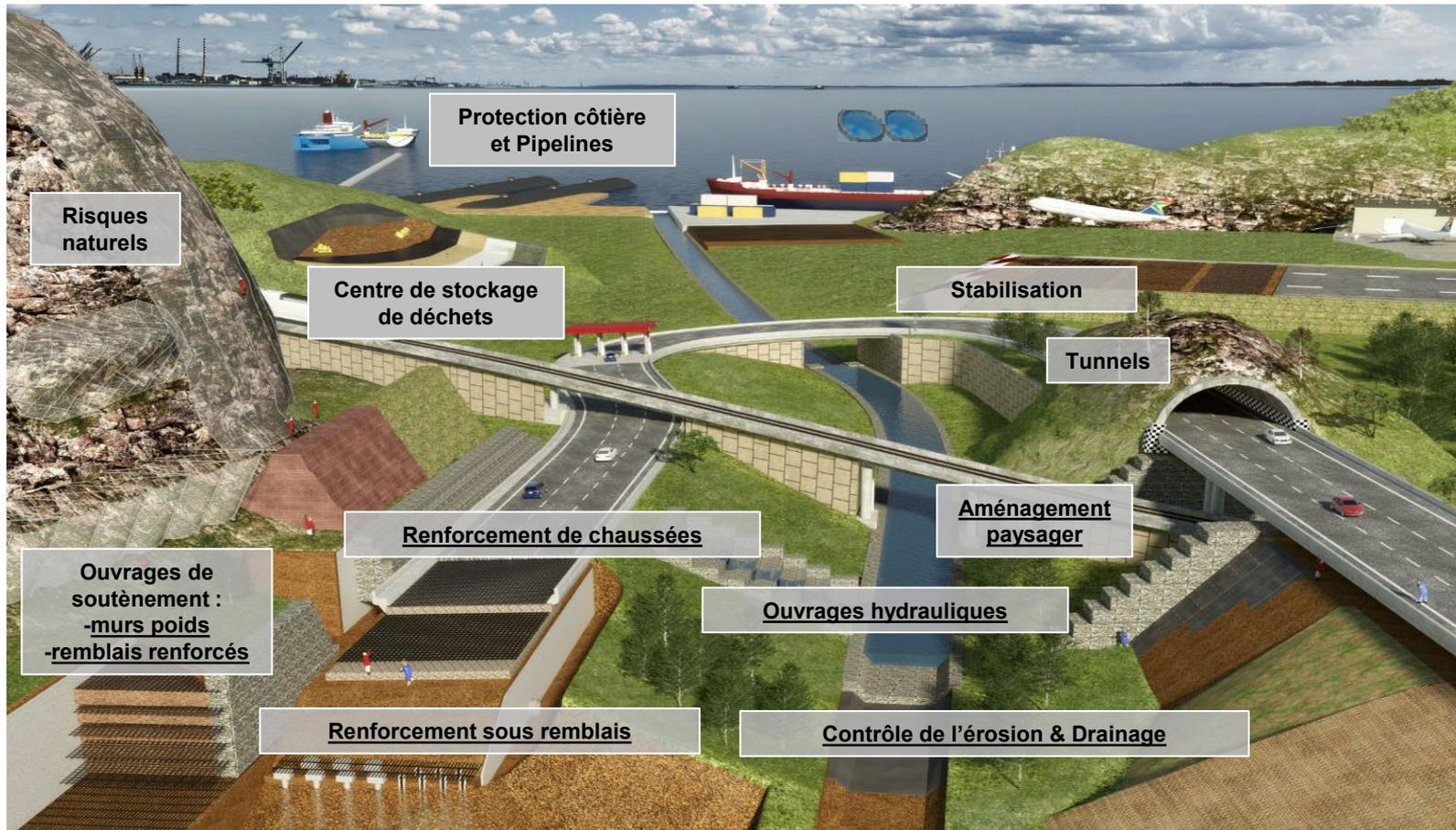


Zones géographiques sous la responsabilité de la filiale française : **France, DOM-TOM et Afrique francophone**



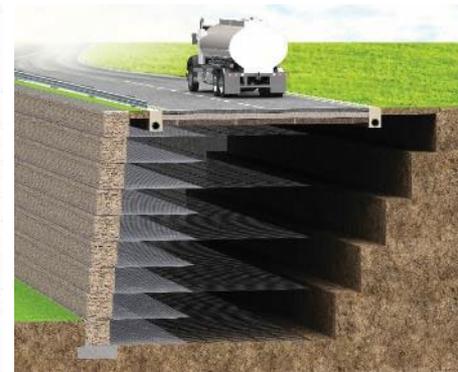
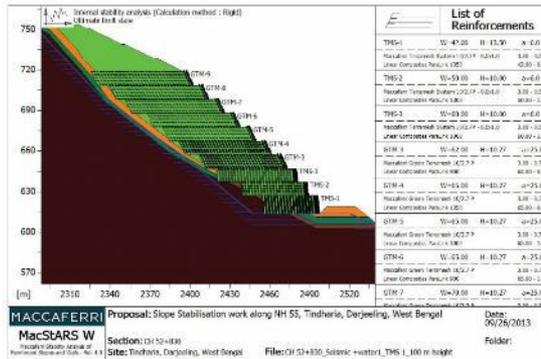
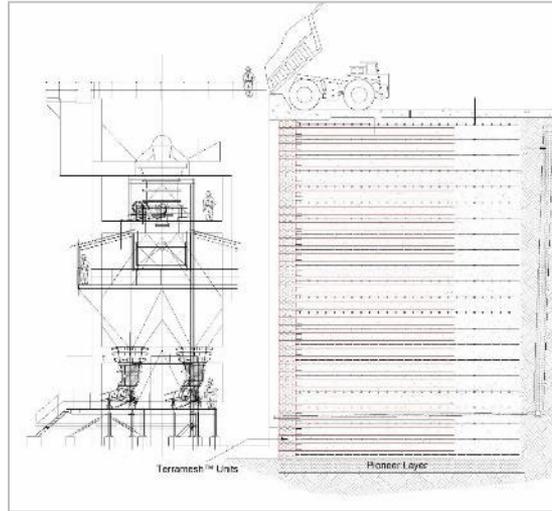
30 employés





Chaque filiale est dotée d'un bureau technique composé d'ingénieurs spécialisés en géotechnique, hydraulique, génie civil, environnement, à même d'étudier spécifiquement chaque projet.

Des logiciels internes développés depuis des dizaines d'années sur la base de la connaissance de nos produits sont utilisés au quotidien pour la conception des ouvrages.



## Le Podcast de France Maccaferri Immersion Chantier

Plongez dans l'univers d'un chantier  
et découvrez les techniques de  
réalisation des ouvrages  
géotechniques et hydrauliques



❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ **INTRODUCTION**

❑ LA FAMILLE TERRAMESH

❑ DIMENSIONNEMENT

❑ MISE EN ŒUVRE

❑ ETUDE DE CAS

En présence de sols à **faible résistance** devant supporter des **charges élevées** ou de nombreux cycles de chargement et de déchargement, les structures doivent être dimensionnées avec une grande précision et construites avec des matériaux de qualité.





Les **rendements** sur les chantiers de construction ont toujours un impact important sur la réussite d'un projet.

Parfois, des travaux d'urgence tels que des inondations et des glissements de terrain nécessitent une **intervention rapide** pour limiter les dégâts.

Les murs de soutènement et les solutions de renforcement des sols doivent parfois atteindre de grandes hauteurs tout en conservant une faible emprise au sol.

Le **manque d'espace** peut représenter un grand défi lors de la conception de ces structures.



An aerial photograph of a construction site. In the upper right, a yellow and black Volvo excavator is positioned on a large pile of grey rocks, with the name 'MACCAFERRI' visible on its side. In the lower right, another Volvo excavator is working on the same pile. To the left, a yellow wheel loader is parked on a dirt area. The ground is marked with numerous tire tracks, indicating heavy machinery activity.

MACCAFERRI



Souvent, la **disponibilité des matériaux** et l'accès limité au chantier de construction peuvent représenter un problème pour la construction de structures de renforcement du sol.

Pour atteindre une plus grande durabilité et un coût total de l'ouvrage compétitif, les solutions doivent avoir une plus longue durée de vie de conception.

En particulier dans les régions aux climats plus agressifs, le choix du bon type de structure et de matériaux peut s'avérer crucial en termes de **durabilité**.



Lors de la conception de solutions d'ingénierie,  
l'impact environnemental de chaque structure  
doit être pris en compte.

Les meilleures solutions sont celles qui  
combinent performance élevée  
et **intégration environnementale**.



❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ INTRODUCTION

❑ **LA FAMILLE TERRAMESH**

❑ DIMENSIONNEMENT

❑ MISE EN ŒUVRE

❑ ETUDE DE CAS

# TerraMesh Mineral

Rise to the challenge

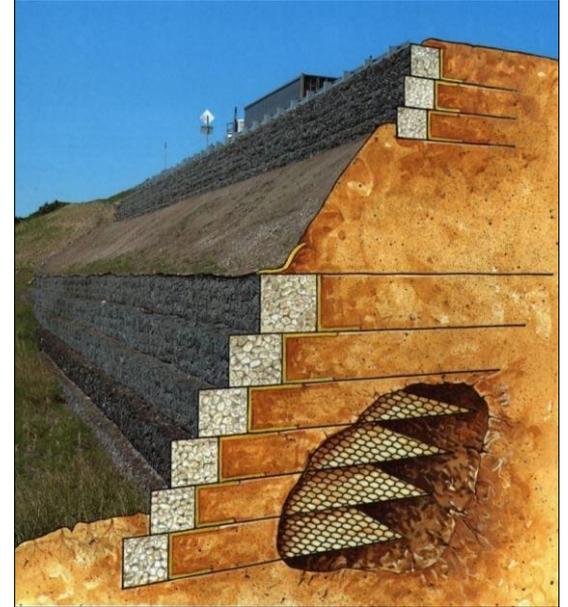
# LES REMBLAIS RENFORCES : COMMENT CA MARCHE?

Ouvrage de soutènement fonctionnant par frottement entre les éléments de renforcement et le remblai mis en œuvre.

Cet ouvrage composite constitue un bloc poids capable de soutenir de grandes hauteurs et de reprendre de très fortes sollicitations.

Les éléments de renforcements peuvent se présenter sous forme de nappes ou de bandes métalliques ou synthétiques.

Le parement peut être minéral, végétalisé ou béton.



## Pourquoi le TerraMesh est la meilleure solution ?



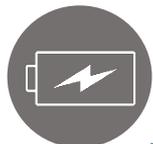
Les solutions TerraMesh sont fabriquées à partir d'un grillage à double torsion : le grillage de parement est dans la continuité du renforcement de sol. S'agissant d'une **nappe continue de grillage double torsion**, aucune connexion n'est nécessaire et il n'y a donc pas de points de faiblesse.



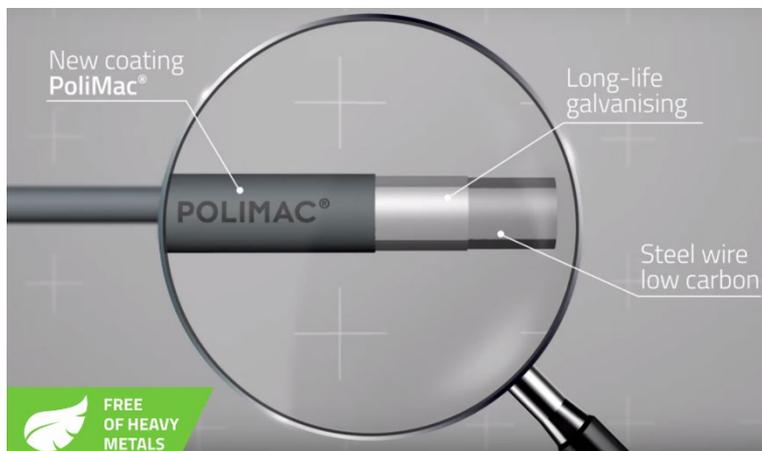
## Pourquoi le TerraMesh est la meilleure solution ?



Les solutions TerraMesh sont fabriquées à partir d'un grillage à double torsion : le grillage de parement est dans la continuité du renforcement de sol. S'agissant d'une **nappe continue de grillage double torsion**, aucune connexion n'est nécessaire et il n'y a donc pas de points de faiblesse.



Toutes les solutions TerraMesh sont fabriquées en grillage revêtu de **PoliMac**. PoliMac est un revêtement révolutionnaire qui permet d'augmenter considérablement la **durabilité** du grillage, même lorsque les conditions climatiques sont particulièrement agressives.



**PoliMac®**  
WIRE PROTECTION FOR A CHANGING WORLD

- 12x** Plus résistant à l'**abrasion**, y compris les dommages liés à l'installation 
- 2x** Plus résistant aux **agressions chimiques\*** 
- 4x** Plus performant à **basse température** 
- 4x** Plus résistant aux **rayons UV\*\*** 

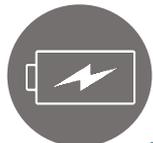
\*En termes de résistance aux acides sulfurique, nitrique, formique et acétique.

\*\* En termes d'élongation après 2500 heures d'exposition

## Pourquoi le TerraMesh est la meilleure solution ?



Les solutions TerraMesh sont fabriquées à partir d'un grillage à double torsion : le grillage de parement est dans la continuité du renforcement de sol. S'agissant d'une **nappe continue de grillage double torsion**, aucune connexion n'est nécessaire et il n'y a donc pas de points de faiblesse.

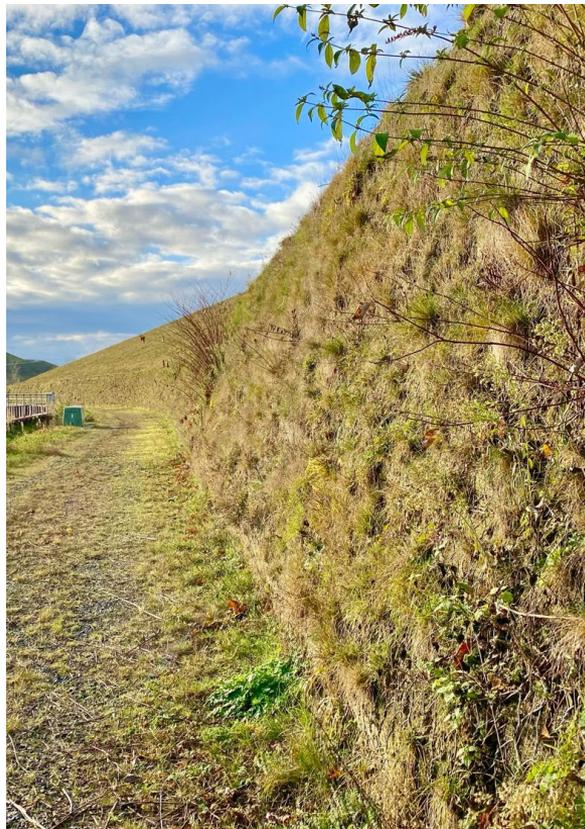


Toutes les solutions TerraMesh sont fabriquées en grillage revêtu de **PoliMac**. PoliMac est un revêtement révolutionnaire qui permet d'augmenter considérablement la **durabilité** du grillage, même lorsque les conditions climatiques sont particulièrement agressives.



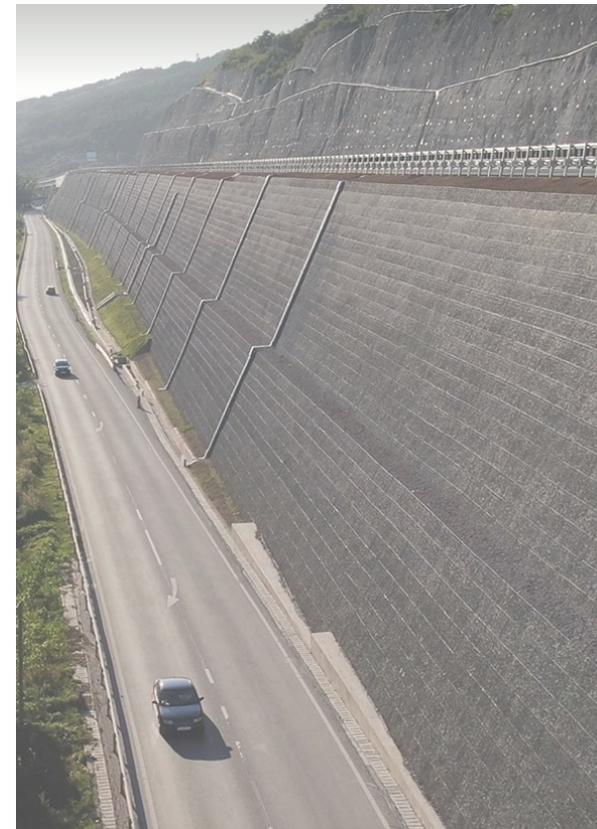
La **modularité** des éléments de la famille **TerraMesh**, associé aux géogrilles de renfort, permet aux remblais renforcés d'être plus hauts et plus raides, de supporter des charges plus importantes et de **réutiliser les sols disponibles** sur place. Les parements sont **rapides à mettre en œuvre** et les espacements verticaux entre renforts sont optimisés.

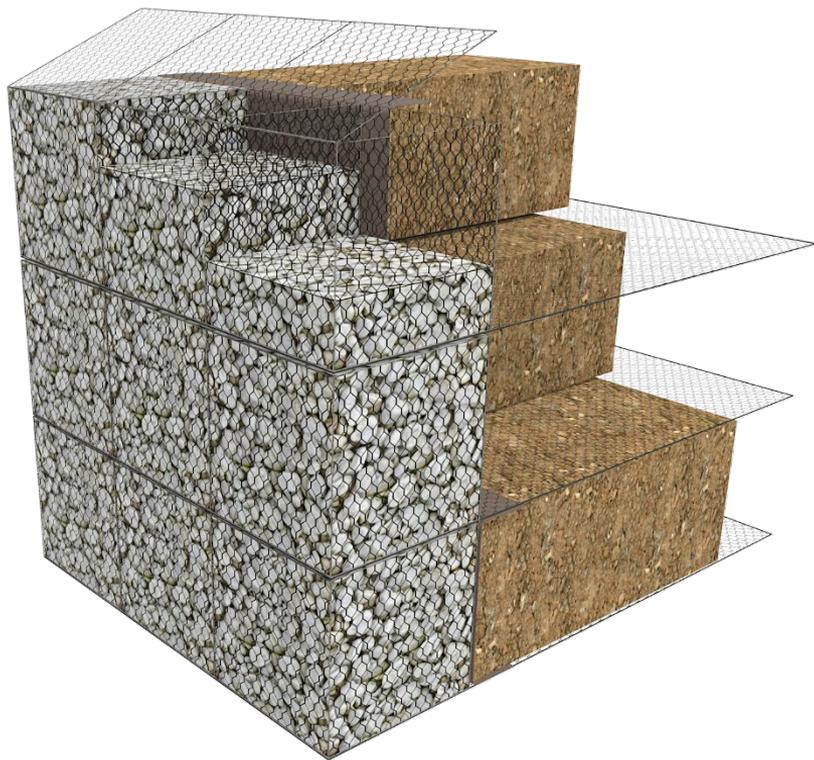




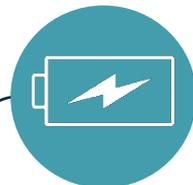


**TerraMesh System**  
Rise to the challenge

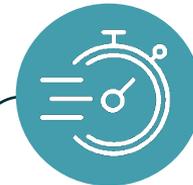




Le **TerraMesh System** est un système modulaire utilisé pour réaliser un remblai renforcé à parement minéral sub-vertical avec un gabion en façade.



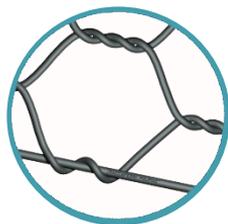
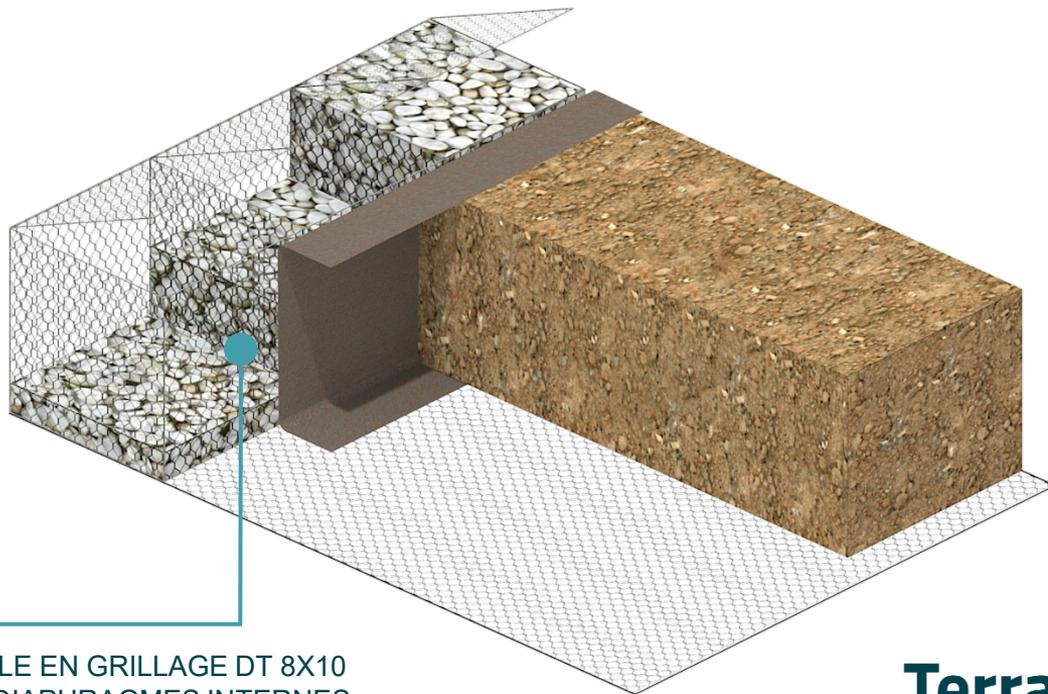
**120**  
ANS DE  
DURÉE



**50** m<sup>2</sup>  
PAR  
ÉQUIPE  
PAR JOUR



BONNE  
PERFORMANCE  
SOUS DE  
FORTES  
CHARGES

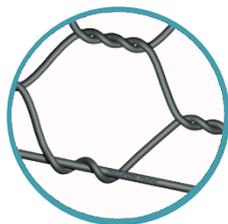
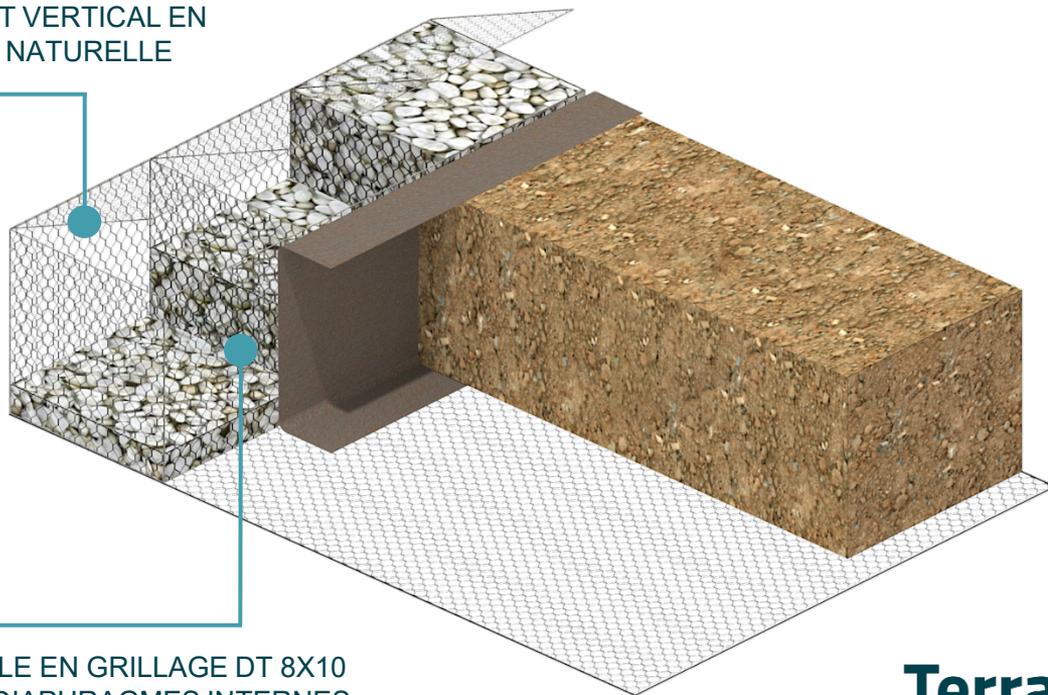


MODULE EN GRILLAGE DT 8X10  
AVEC DIAPHRAGMES INTERNES

**TerraMesh System**  
Rise to the challenge

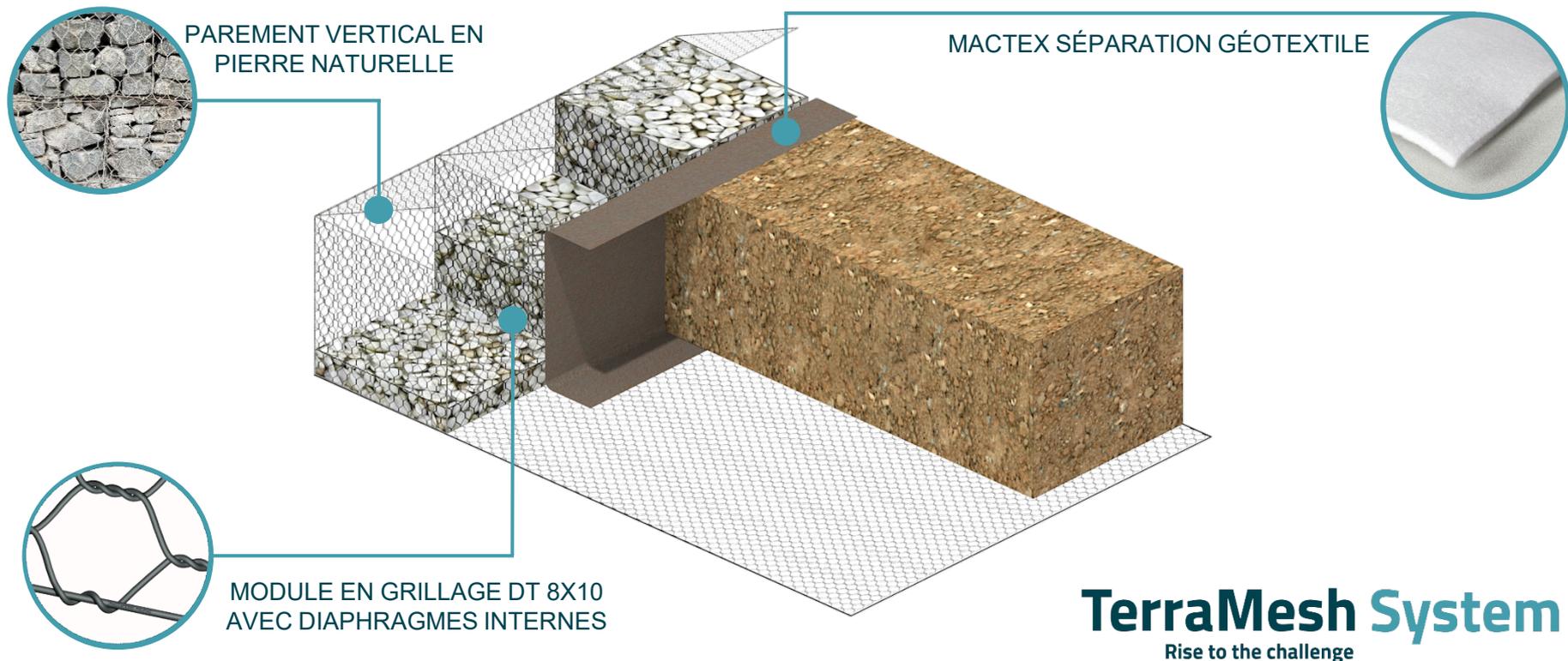


PAREMENT VERTICAL EN  
PIERRE NATURELLE



MODULE EN GRILLAGE DT 8X10  
AVEC DIAPHRAGMES INTERNES

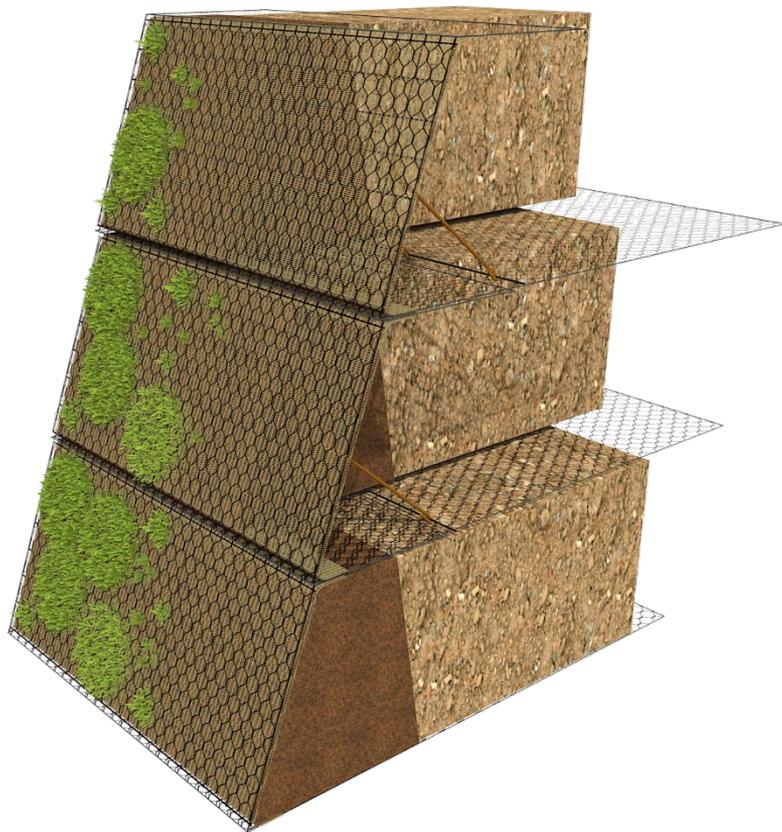
**TerraMesh System**  
Rise to the challenge



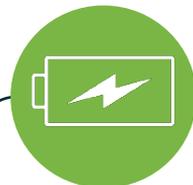


**TerraMeshVert**  
Rise to the challenge

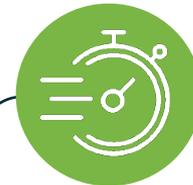




Le **TerraMesh Vert** est un système modulaire respectueux de l'environnement utilisé pour réaliser un remblai renforcé à parement végétalisable.



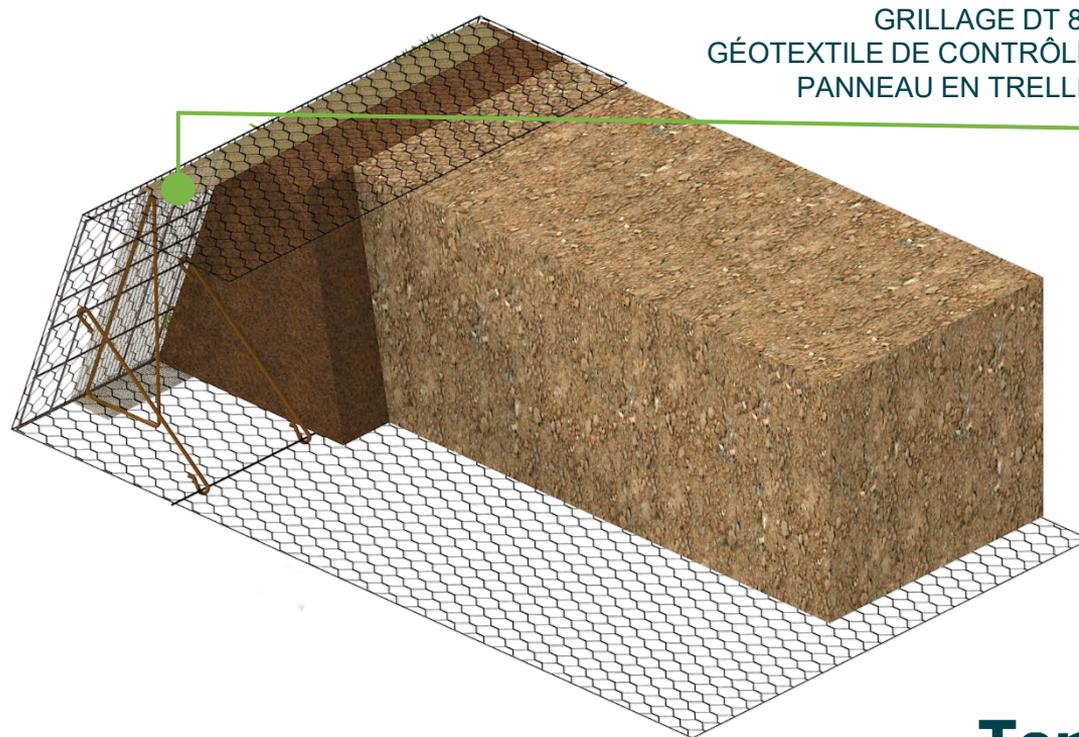
**120**  
ANS DE  
DURÉE  
DE VIE



**150** m<sup>2</sup>  
PAR ÉQUIPE  
PAR JOUR



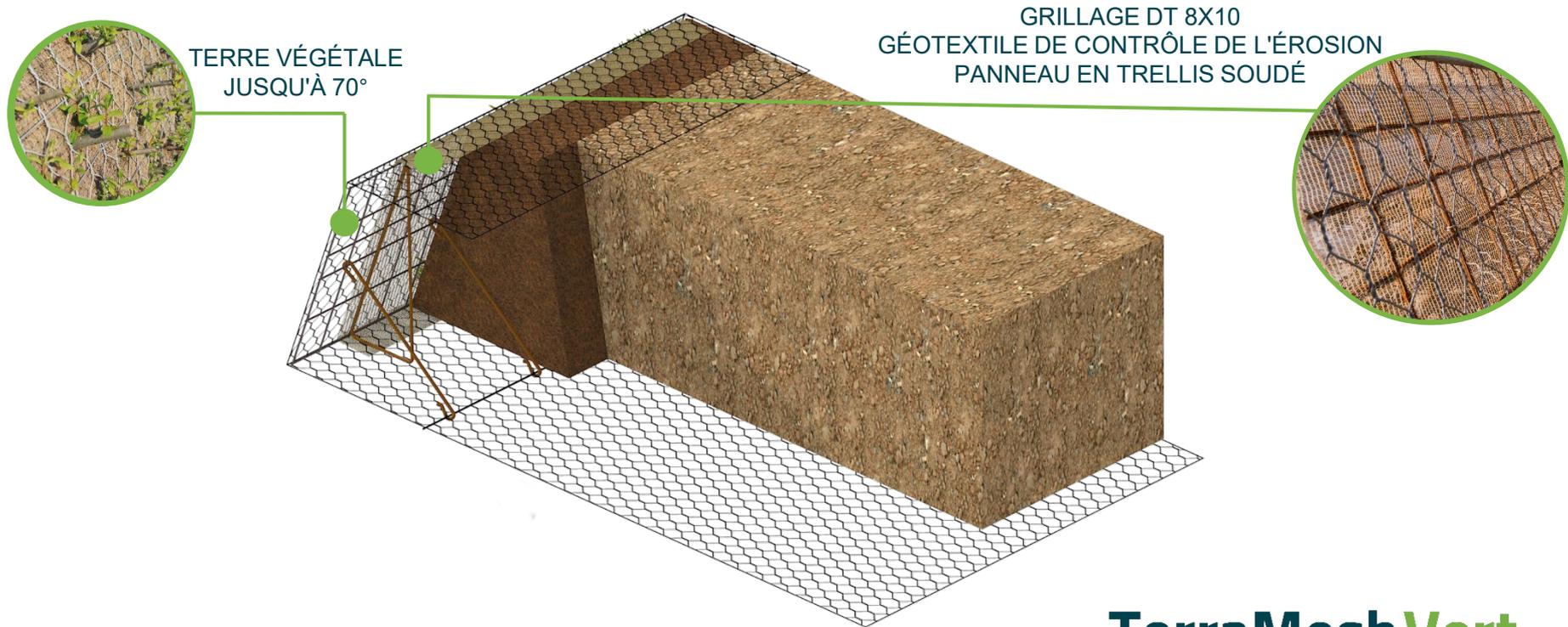
AMÉLIORATION DE  
LA DIVERSITÉ DES  
ÉCOSYSTÈMES ET  
SÉQUESTRATION  
DU CARBONE



GRILLAGE DT 8X10  
GÉOTEXTILE DE CONTRÔLE DE L'ÉROSION  
PANNEAU EN TRELIS SOUDÉ



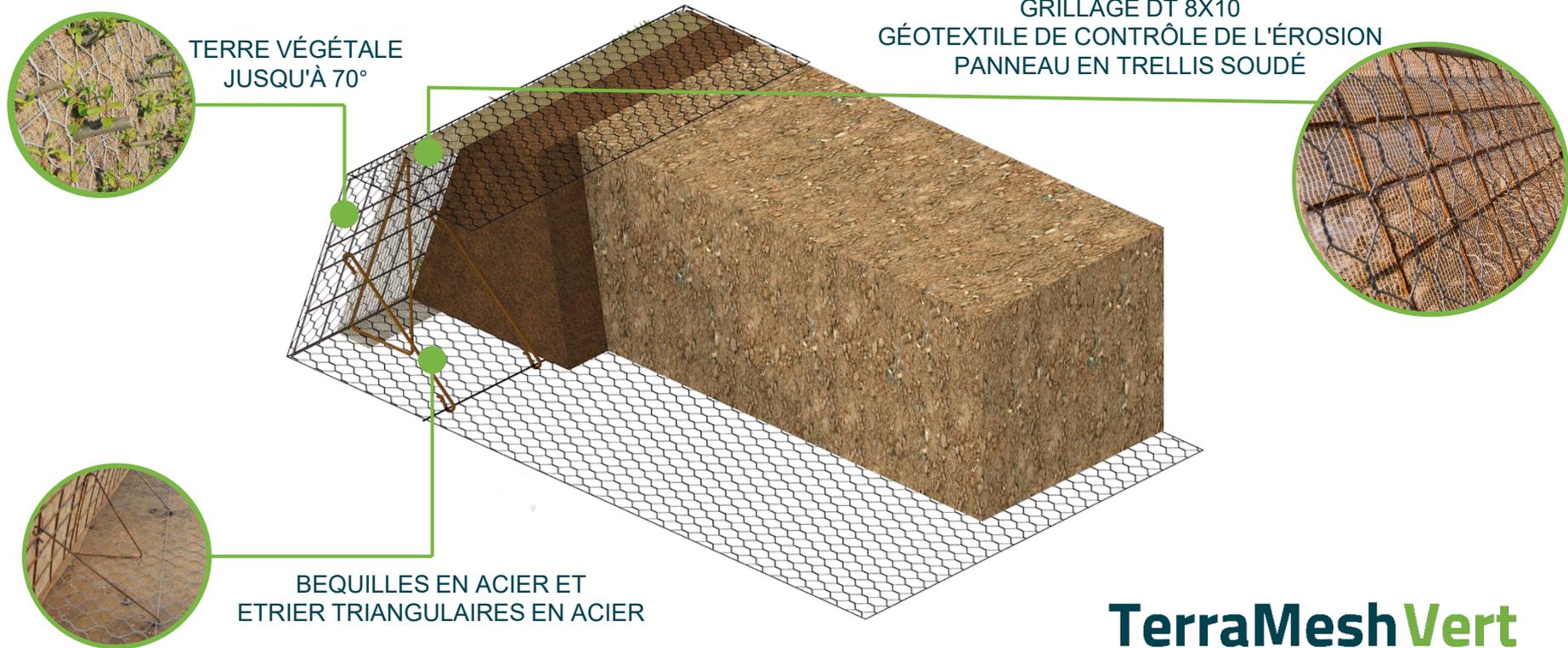
**TerraMeshVert**  
Rise to the challenge



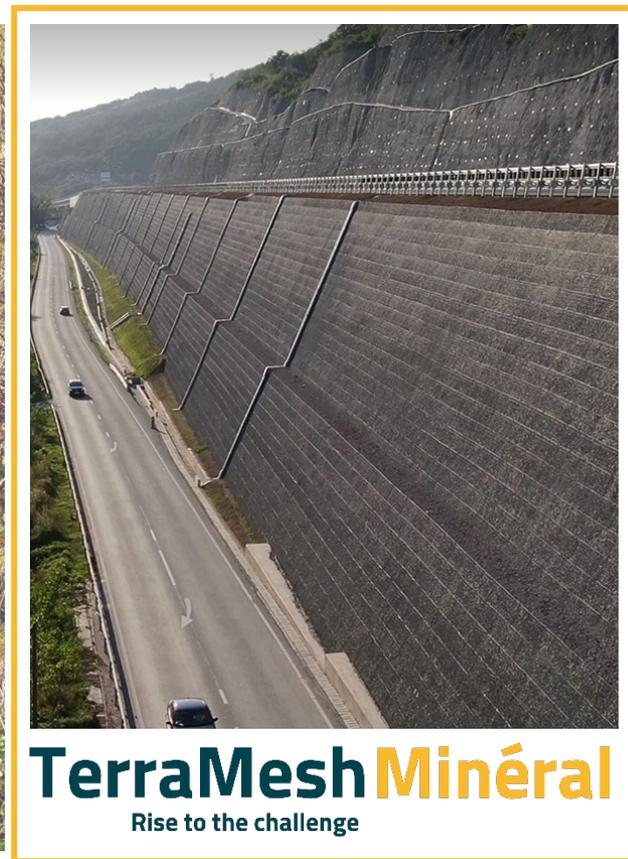
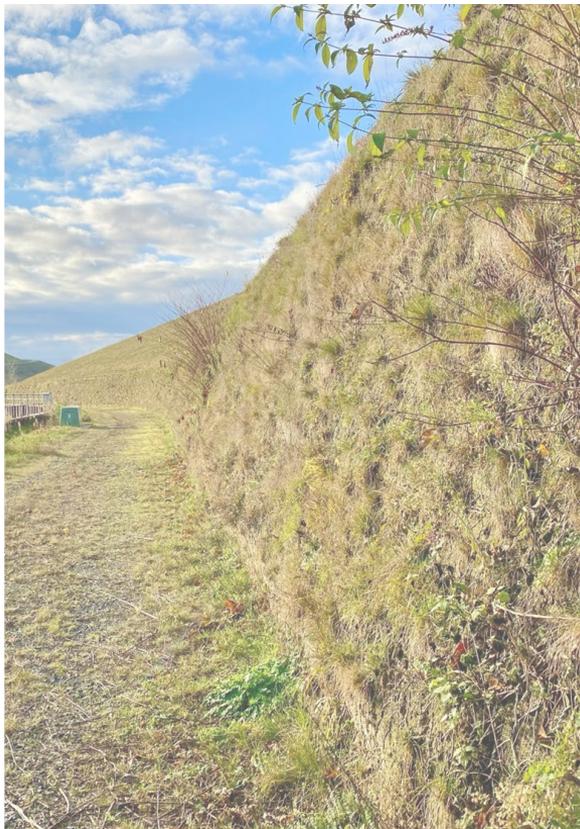
TERRE VÉGÉTALE  
JUSQU'À 70°

GRILLAGE DT 8X10  
GÉOTEXTILE DE CONTRÔLE DE L'ÉROSION  
PANNEAU EN TRELIS SOUDÉ

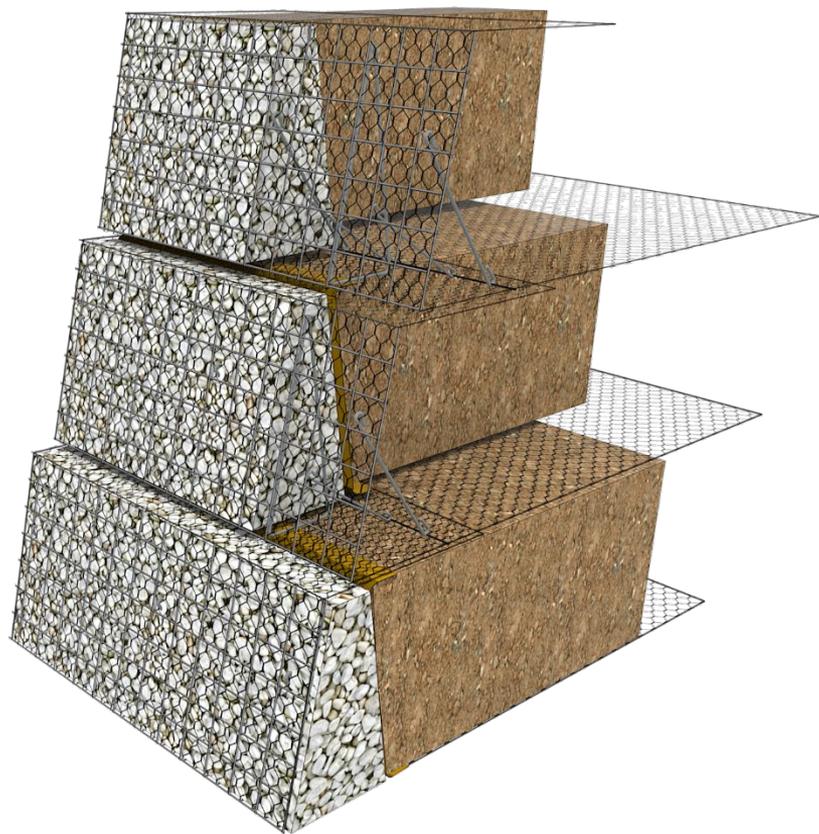
**TerraMeshVert**  
Rise to the challenge



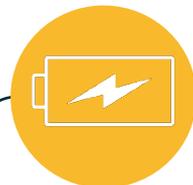
**TerraMeshVert**  
Rise to the challenge



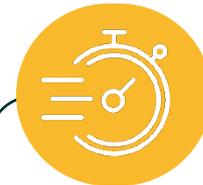
**TerraMesh Minéral**  
Rise to the challenge



Le **TerraMesh Minéral** est un système unique de remblai renforcé avec un parement minéral.



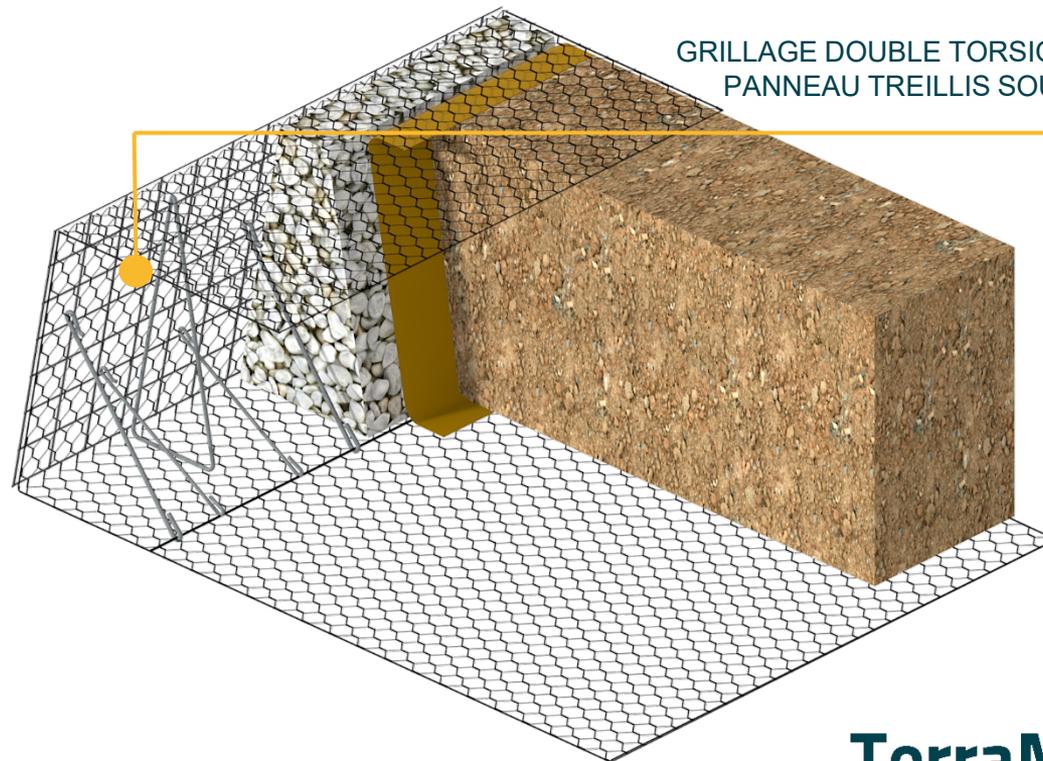
**120**  
ANS DE  
DURÉE  
DE VIE



**30 à 60**  
m<sup>2</sup> PAR ÉQUIPE  
PAR JOUR



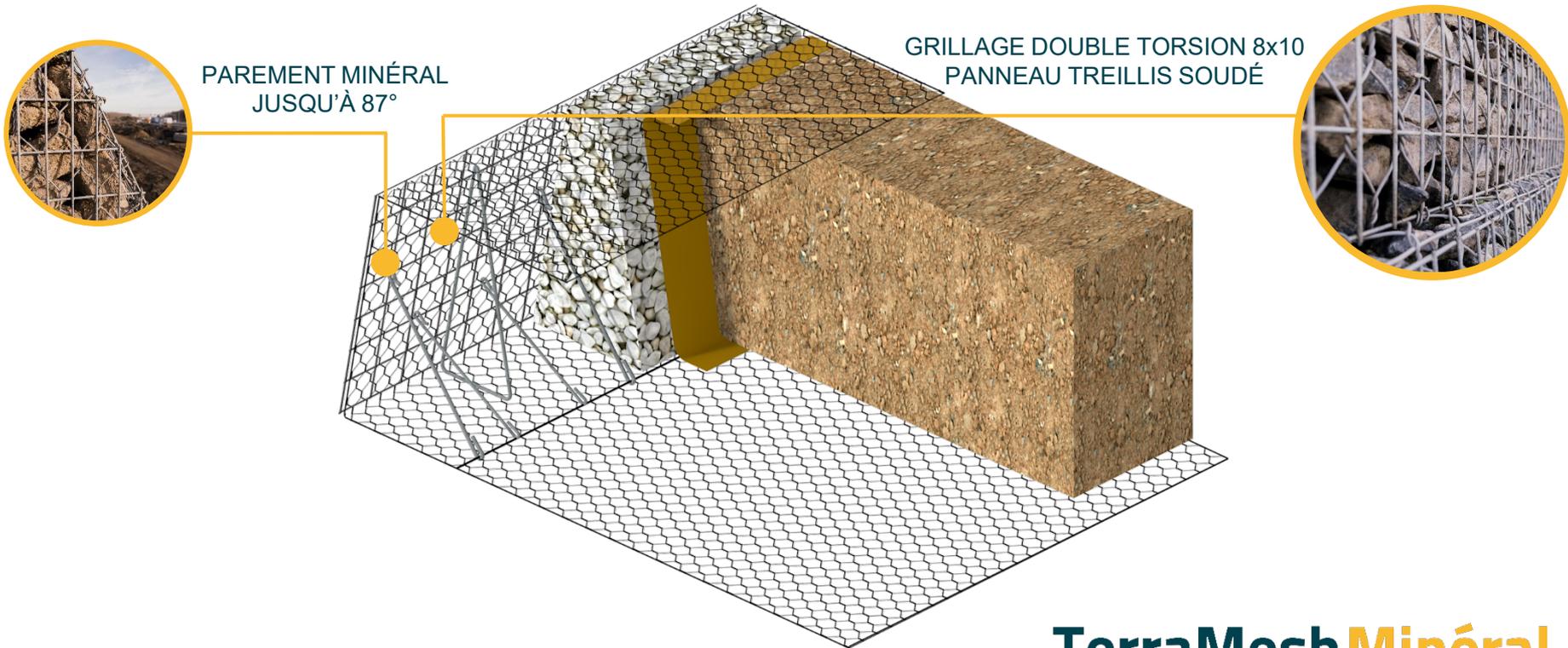
RÉDUCTION  
DU VOLUME  
DE PIERRES



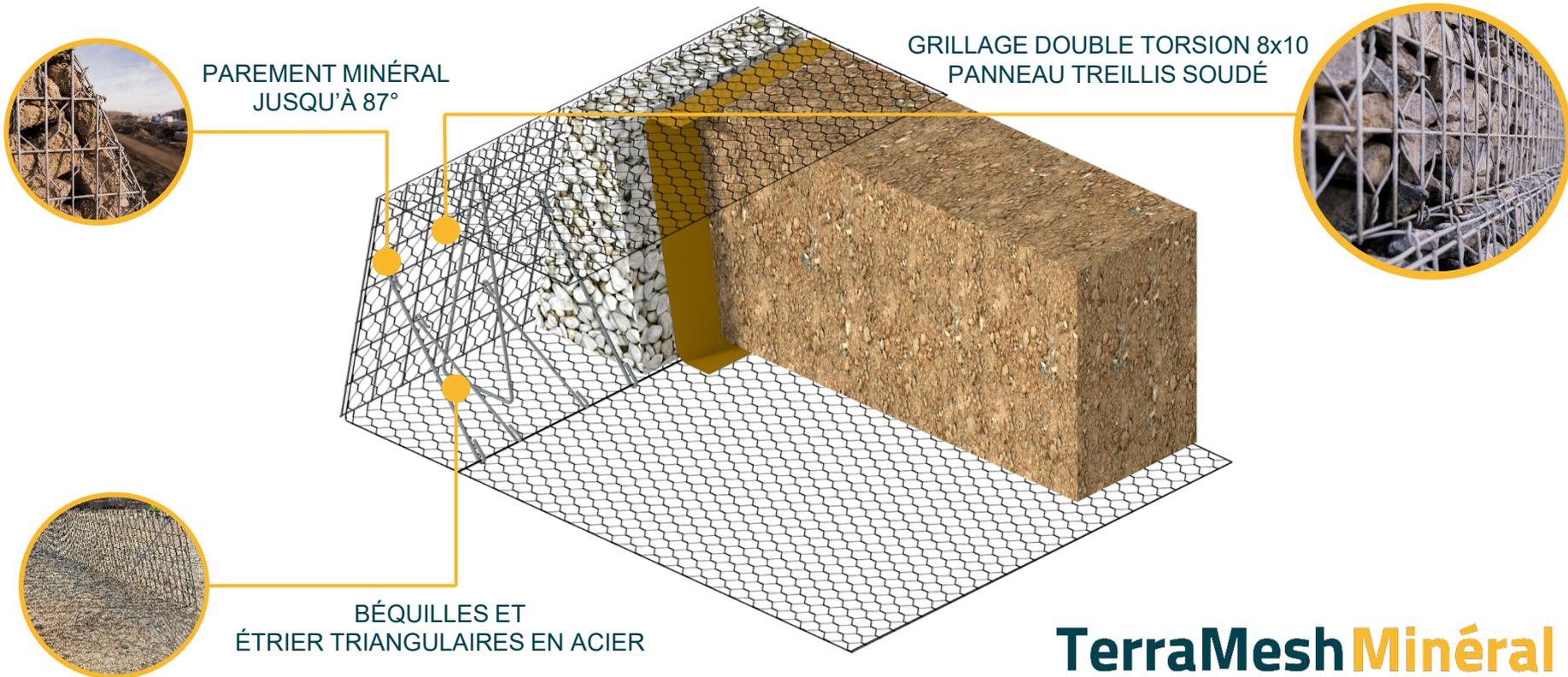
GRILLAGE DOUBLE TORSION 8x10  
PANNEAU TREILLIS SOUDÉ



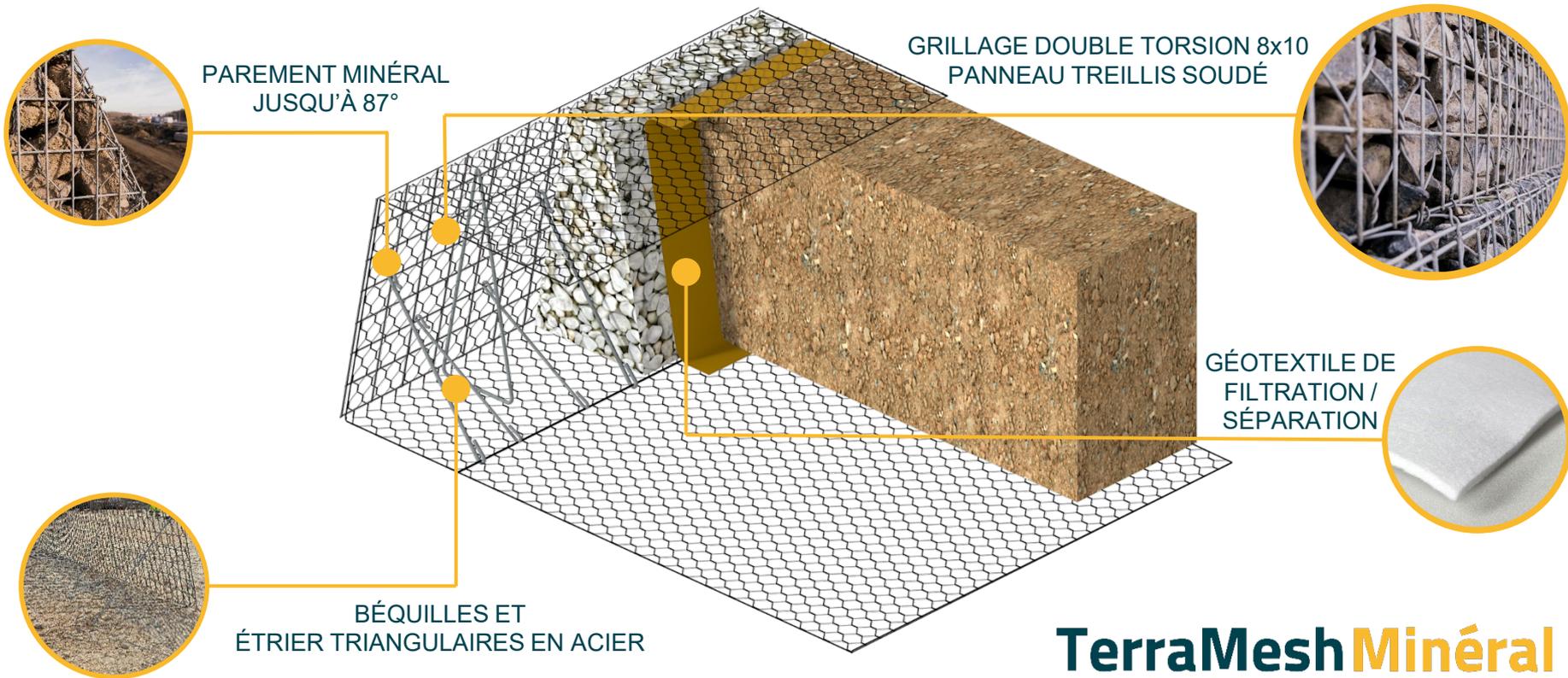
**TerraMesh Minéral**  
Rise to the challenge



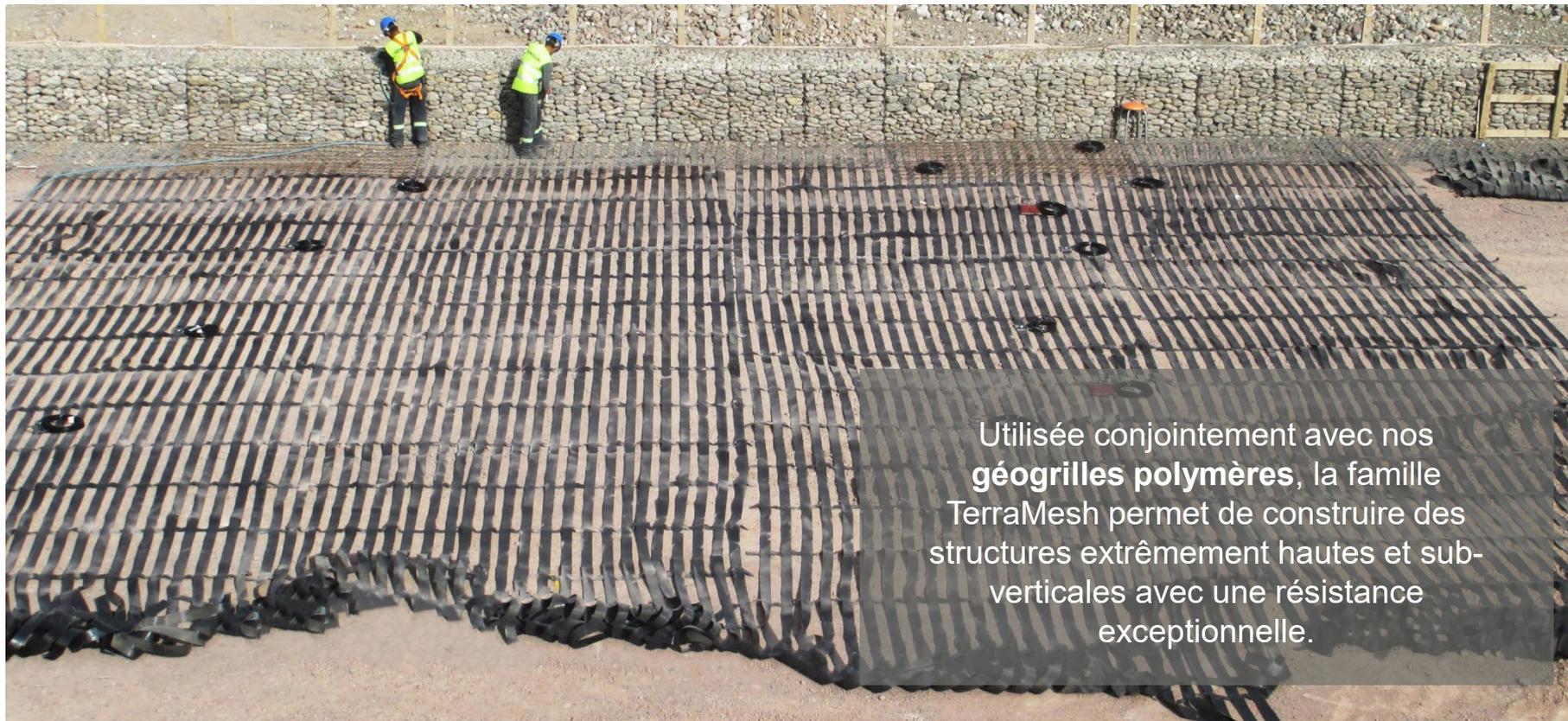
**TerraMesh** Minéral  
Rise to the challenge



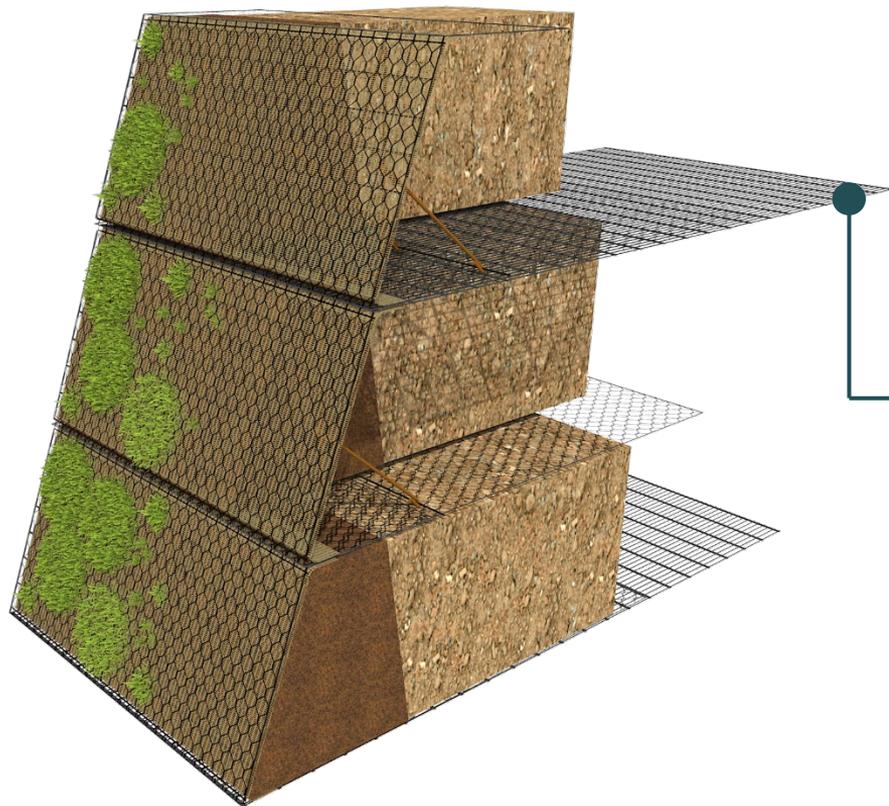
**TerraMesh** Minéral  
Rise to the challenge



**TerraMesh** Minéral  
Rise to the challenge

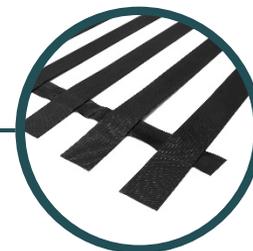


Utilisée conjointement avec nos géogrilles polymères, la famille TerraMesh permet de construire des structures extrêmement hautes et sub-verticales avec une résistance exceptionnelle.



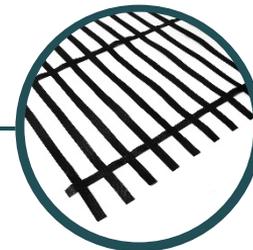
## ParaLink

100 kN/m jusqu'à 1600 kN/m



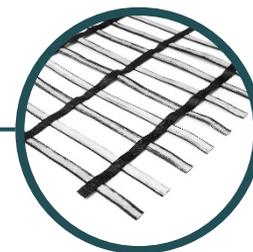
## ParaGrid

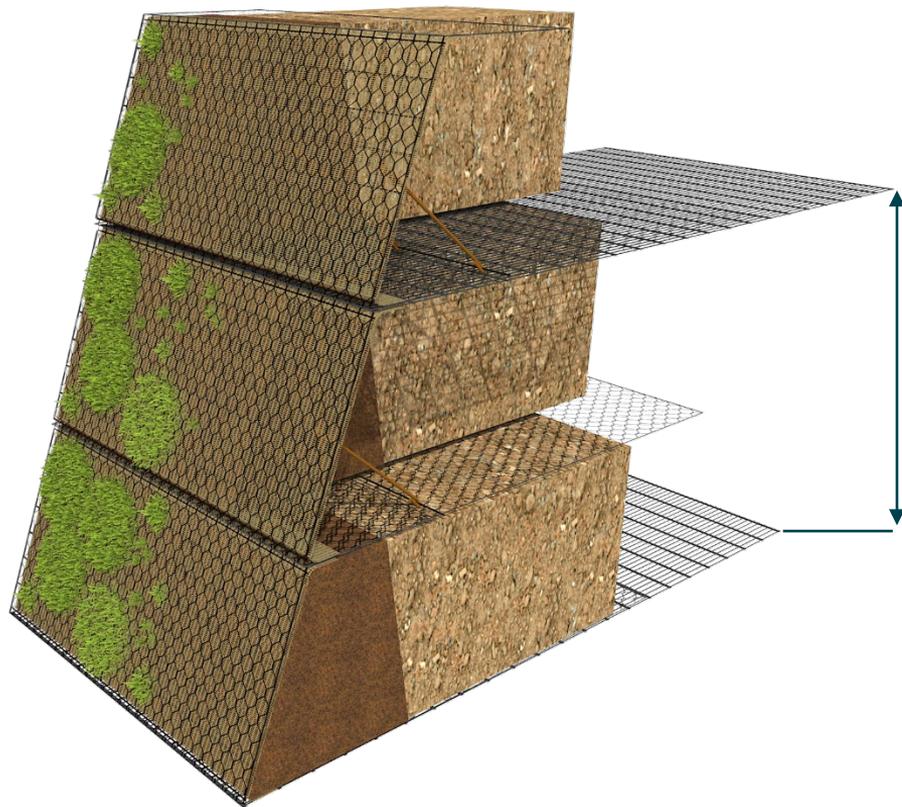
30 kN/m jusqu'à 200 kN/m  
dans la direction longitudinale



## ParaDrain

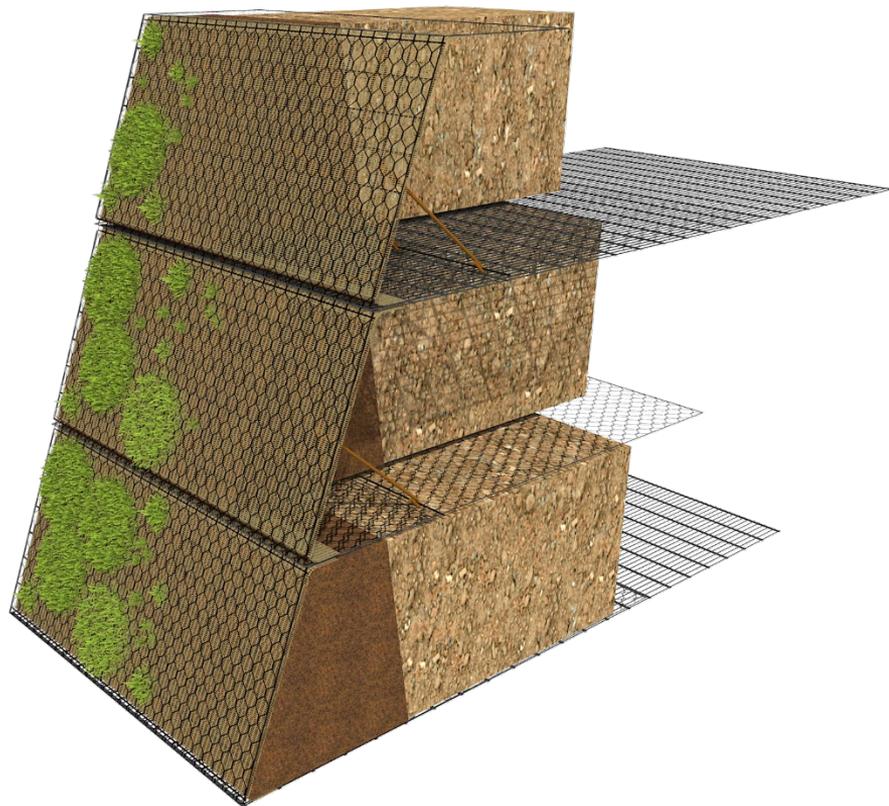
50 kN/m jusqu'à 200 kN/m  
dans la direction longitudinale





ParaLink, ParaGrid, ParaDrain :  
Maccaferri dispose d'une large  
gamme de géogrilles avec une  
variété de polymères, de  
configurations et de résistances.

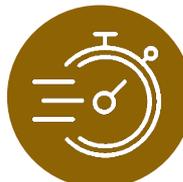
Ce large choix permet d'optimiser les  
éléments de renforcement, qui ne  
sont utilisés que là où ils sont  
nécessaires, ce qui permet  
d'économiser des matériaux et de  
réduire le coût total de la structure.



Les géogrilles permettent au sol de supporter des charges plus importantes, en raison de leur résistance élevée à la traction, de leur faible déformation et de leur bonne interaction avec le sol.



Les Paraproducts apportent la résistance nécessaire pour garantir la stabilité globale des structures les **plus élevées** avec des **pentées raides**.



L'utilisation combinée des Paraproducts et des unités TerraMesh maximise la **vitesse de construction**.



Le renforcement grâce aux Paraproducts permet d'utiliser des sols marginaux, ce qui rend cette solution réalisable avec n'importe quel **matériau de remplissage** disponible **localement**.

❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ INTRODUCTION

❑ LA FAMILLE TERRAMESH

❑ **DIMENSIONNEMENT**

❑ MISE EN ŒUVRE

❑ ETUDE DE CAS



**MACSTARS W**, le logiciel qui répond aux exigences des ingénieurs civils et géotechniques du monde entier tout en offrant des avantages supplémentaires en termes de rentabilité et d'amélioration de la constructibilité.

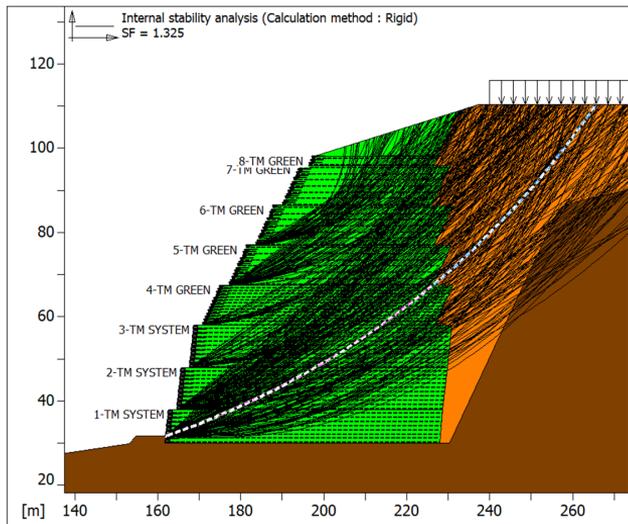
Le logiciel qui répond aux exigences des ingénieurs civils et géotechniques

MacSTARS permet de concevoir des structures haut de gamme et exigeantes dans les conditions les plus diverses.



# DE MACSTARS W AU PROJET INSTALLÉ

Projet d'aéroport au Sikkim, Inde



**MACCAFERRI** Proposal: SIKKIM AIRPORT PROJECT  
**MacStARS W** Section: CROSS SECTION AT CHAINAGE-1660 (STATIC LOAD CASE)  
Maccaferri Stability Analysis of Site: SIKKIM File: CROSS SECTION AT CHAINAGE- GB\_1660 (STATI  
Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

10,000+  
projets conçus par an





Nous plaçons les **impacts économiques et environnementaux à long terme** d'une structure au centre de l'activité de conception.

Tous nos efforts visent à fournir les solutions les plus durables sur le plan environnemental.

Nous nous efforçons de réduire l'impact environnemental de nos solutions et d'atteindre un équilibre entre la performance technique et l'intégration naturelle.

La famille TerraMesh a un faible impact environnemental (Potentiel de réchauffement climatique de  $1,04 \text{ kgCO}_2_{\text{eq}} / \text{kg}$  acier).

9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION



13 CLIMATE ACTION



15 LIFE ON LAND



## Pourquoi choisir une solution TerraMesh ?

Notre processus de conception est axé sur des campagnes de tests et des investissements dans l'évaluation des performances de nos solutions.



Contrôle continu de la performance des produits, conformément à la législation européenne.



Procédure de certification rigoureuse pour garantir que les performances des produits sont conformes aux critères de performances prédéfinis.



Informations transparentes et comparables sur l'impact environnemental des produits tout au long de leur cycle de vie.



Approbation de la qualité du produit, y compris les essais en laboratoire, les évaluations sur site, les contrôles de la qualité et les inspections de la production.

❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ INTRODUCTION

❑ LA FAMILLE TERRAMESH

❑ DIMENSIONNEMENT

❑ **MISE EN ŒUVRE**

❑ ETUDE DE CAS



Nous fabriquons les solutions TerraMesh en tant qu'unités pré-assemblées, ce qui permet de réduire considérablement les opérations à effectuer sur le site.

En réduisant les opérations, nous permettons une installation plus rapide et un meilleur rendement, mais aussi moins d'imprécisions et de gaspillage de matériel.

# COMPARATIF ENTRE UN TERRAMESH VERT ET UN SYSTEME A RETOURNEMENT





2 UNITÉS PRÉ-ASSEMBLÉES DE **TERRAMESH VERT**

4.56 m<sup>2</sup> INSTALLÉ

**21%** PLUS LARGE



2 UNITÉS DE **SYSTEME PAR RETOURNEMENT AVEC COFFRAGE**

3.78 m<sup>2</sup> INSTALLÉ



2 UNITÉS PRÉ-ASSEMBLÉES DE **TERRAMESH VERT**

4.56 m<sup>2</sup> INSTALLÉ

**21%** PLUS LARGE

58 min D'INSTALLATION

**40%** PLUS RAPIDE

2 UNITÉS DE **SYSTEME PAR RETOURNEMENT AVEC COFFRAGE**

3.78 m<sup>2</sup> INSTALLÉ

1 h 20 min D'INSTALLATION

2 UNITÉS PRÉ-ASSEMBLÉES DE **TERRAMESH VERT**

4.56 m<sup>2</sup> INSTALLÉ

**21%** PLUS LARGE

58 min D'INSTALLATION

**40%** PLUS RAPIDE

8 min POUR LA MISE EN PLACE DES UNITÉS

**77%** PLUS RAPIDE

2 UNITÉS DE **SYSTEME PAR RETOURNEMENT AVEC COFFRAGE**

3.78 m<sup>2</sup> INSTALLÉ

1 h 20 min D'INSTALLATION

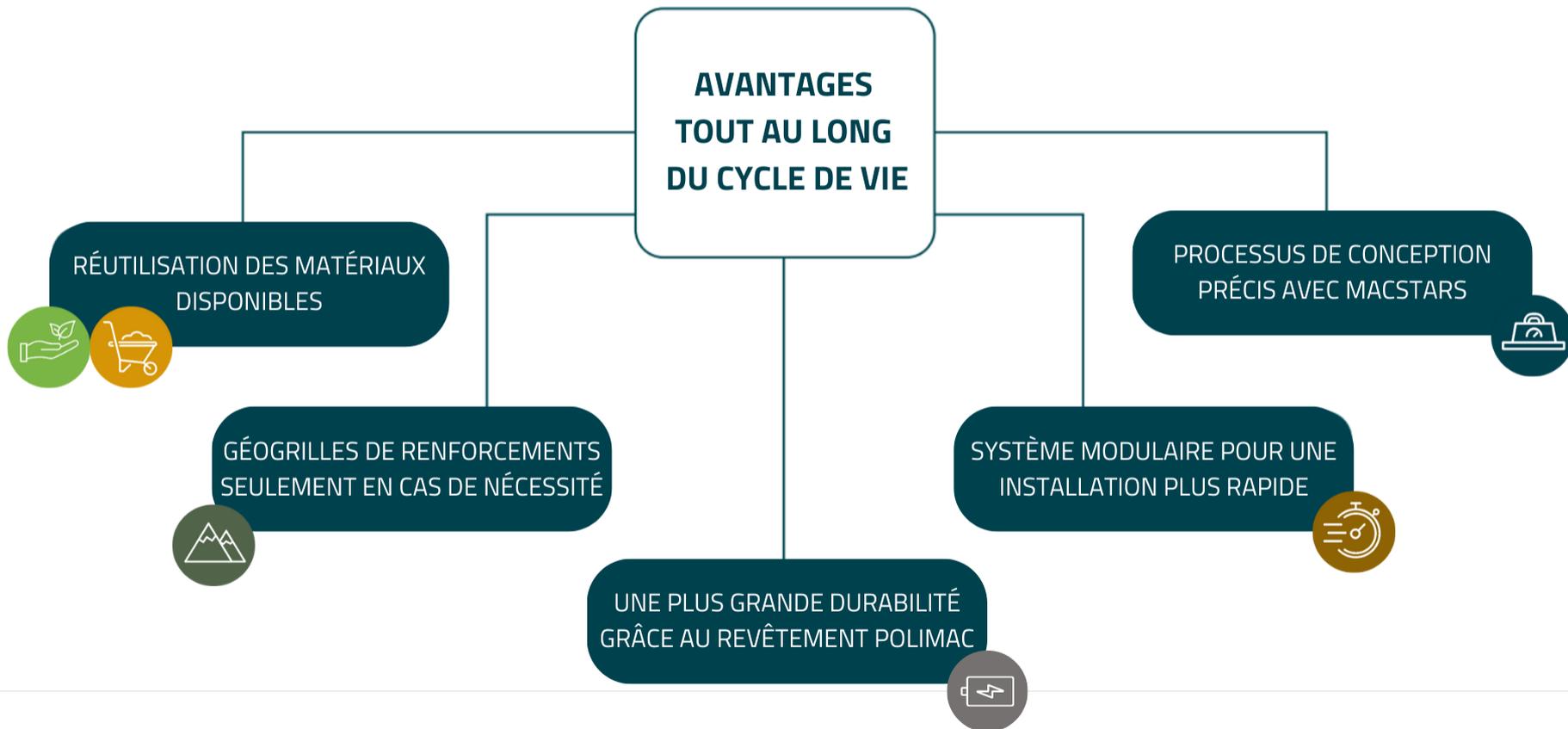
30 min POUR L'ASSEMBLAGE ET LA MISE EN PLACE

## COMPARATIF ENTRE UN TERRAMESH VERT ET UN SYSTEME A RETOURNEMENT

MACCAFERRI

Gain de temps encore plus important si le système à retournement est sans coffrage perdu





❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ INTRODUCTION

❑ LA FAMILLE TERRAMESH

❑ DIMENSIONNEMENT

❑ MISE EN ŒUVRE

❑ **ETUDE DE CAS**

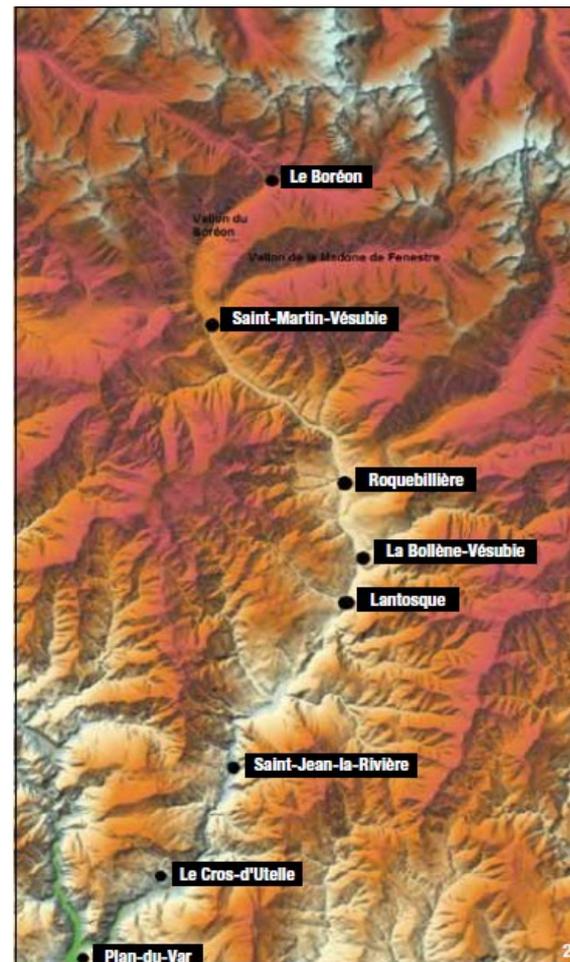
## Contexte :

Suite à la tempête Alex, la Vésubie est sortie de son lit, venant saper les berges et les accotements routiers, parfois situés à plusieurs dizaines voire centaines de mètres de la rivière.

De nombreux glissements de terrain ont eu lieu coupant la route principale M2565 en plusieurs endroits. Des brèches de plusieurs centaines de mètres de longueur et de hauteur variable pouvant atteindre 25m se sont ouvertes.

Après les premiers travaux d'urgence pour créer des accès provisoires entre les différentes communes, des solutions de traitement de ces brèches ont été mises en place par les entreprises titulaires du marché à bon de commande d'entretien de la Métropole de Nice Côte d'Azur pour la vallée de la Vésubie : le groupement SLBTP, CACHAT TP, VENTURI

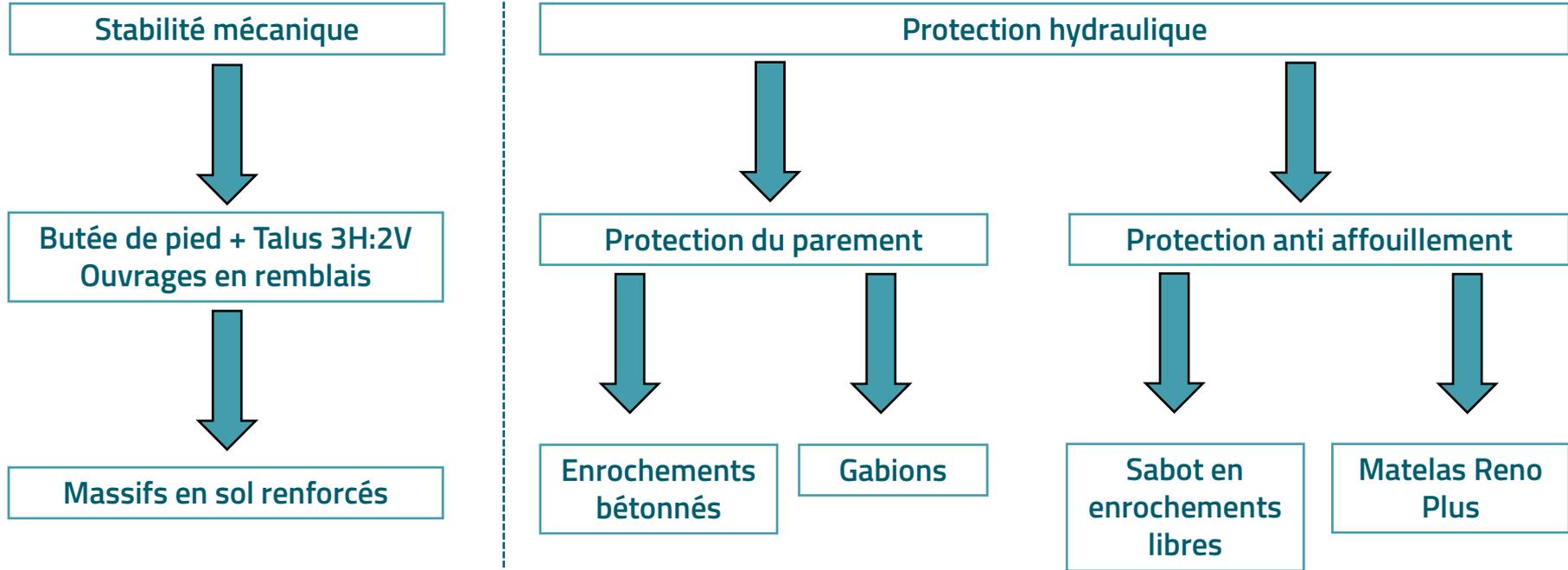
Le cours d'eau a charrié plus de 1 million de m<sup>3</sup> de matériaux de toutes tailles (du granulat au bloc de plusieurs tonnes), de bonne qualité (origine granitique) qui peuvent être utilisés dans la réalisation des ouvrages.







## Choix des solutions techniques

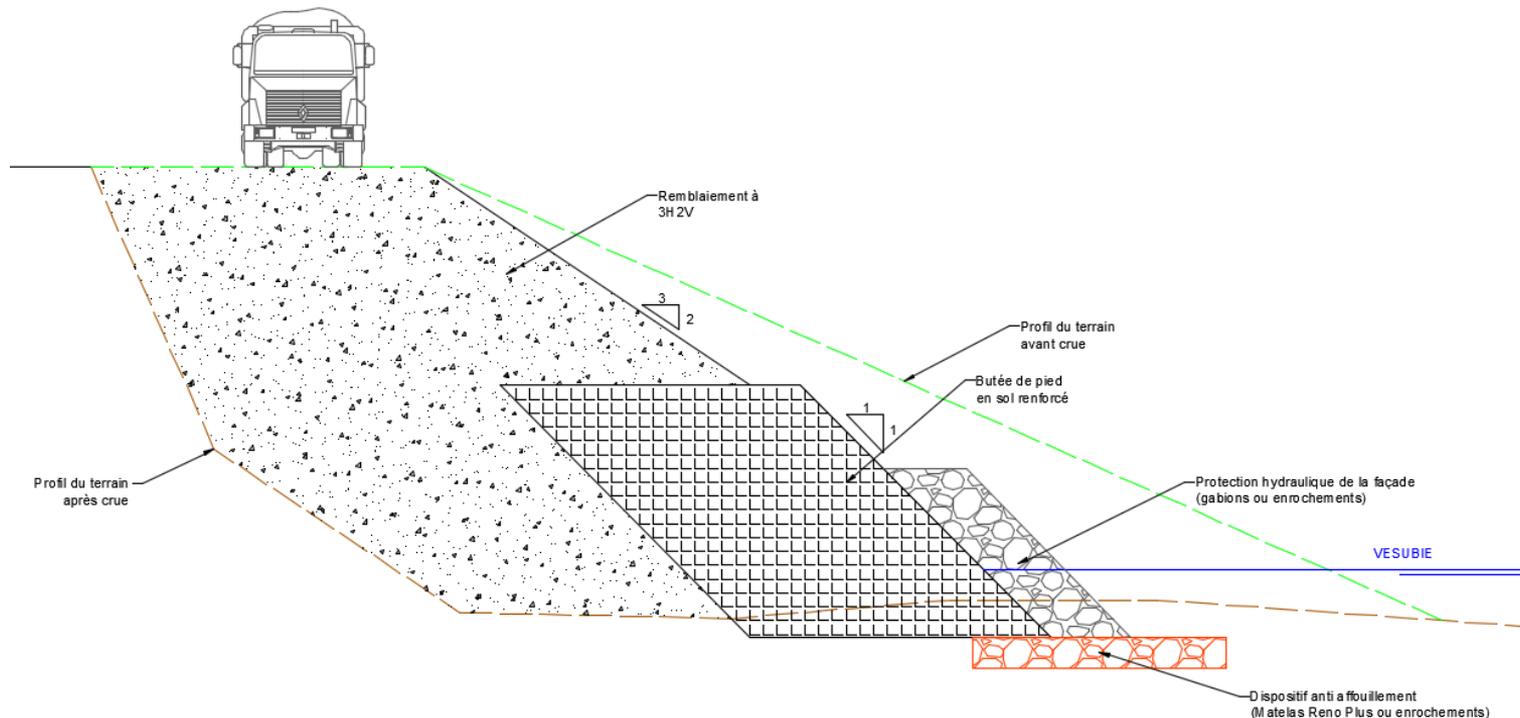


Les solutions enrochements ont été privilégiés lorsque les blocs étaient disponibles sur site

## Choix des massifs en sol renforcés

Les travaux de rétablissement routiers ont été pensés comme un grand chantier de terrassement avec une optimisation maximale des postes.

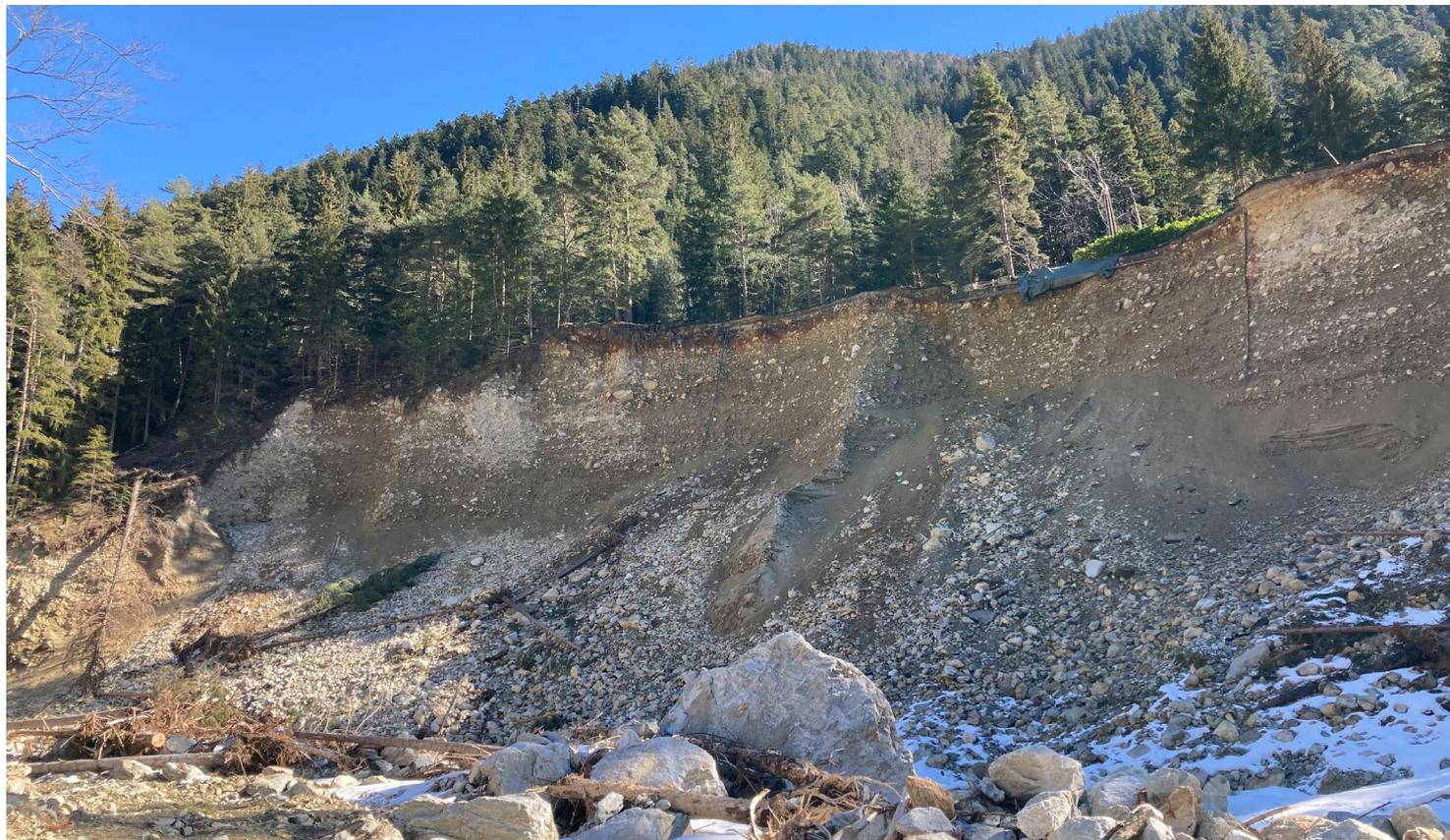
Cela a conduit à faire des choix quant aux techniques de massifs en sols renforcés servant de butées de pied aux talus routiers. Sur les différents glissements, les butées de pied avaient des pentes moyennes à  $45^\circ$ .



# ROUTE DU BORÉON – ST MARTIN VÉSUBIE (06)

## GLISSEMENT 1

MACCAFERRI



# ROUTE DU BORÉON – ST MARTIN VÉSUBIE (06)

MACCAFERRI

GLISSEMENT 1

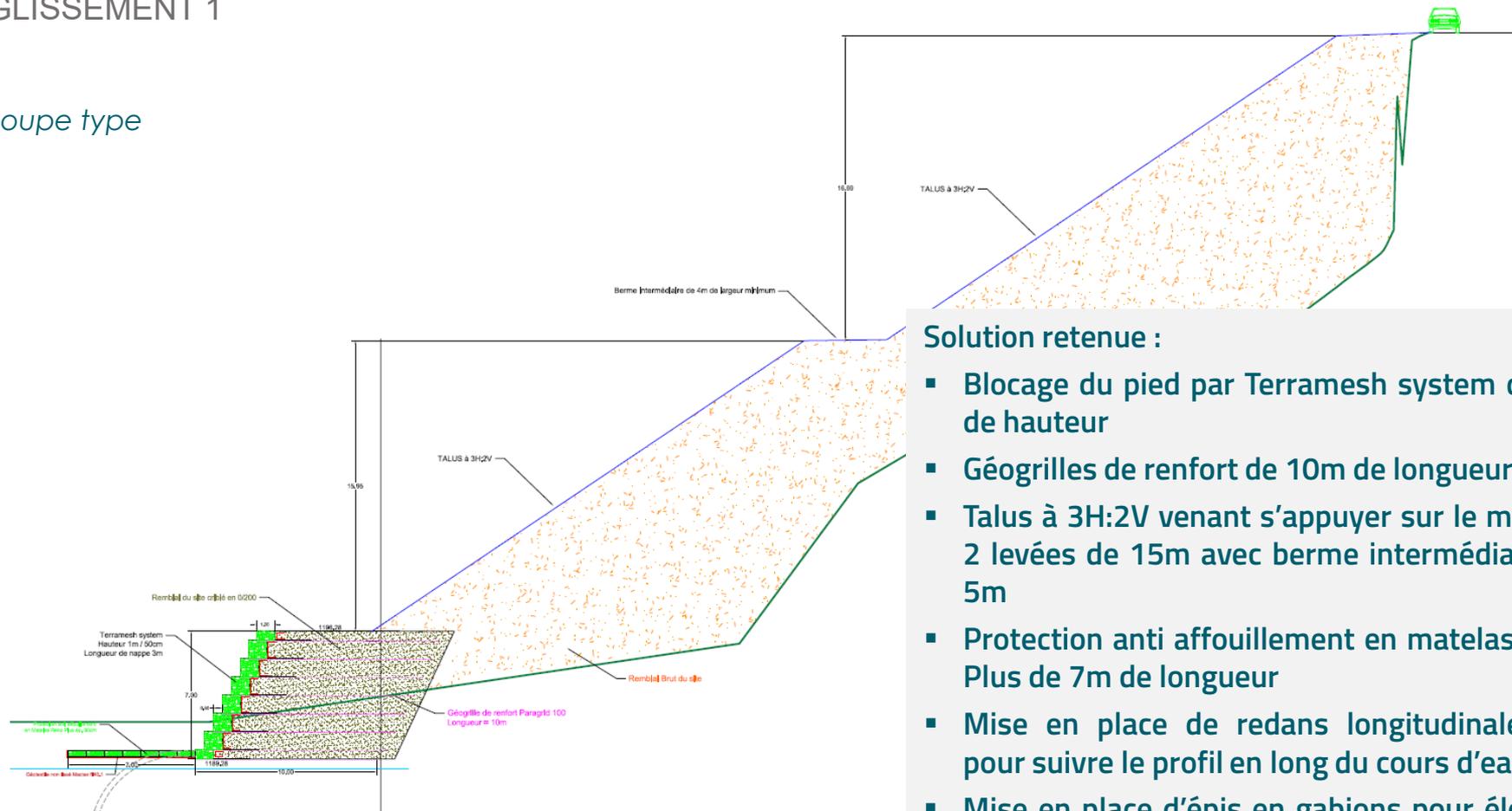


# ROUTE DU BORÉON – ST MARTIN VÉSUBIE (06)

MACCAFERRI

## GLISSEMENT 1

Coupe type



### Solution retenue :

- Blocage du pied par Terramesh system de 8m de hauteur
- Géogrids de renfort de 10m de longueur
- Talus à 3H:2V venant s'appuyer sur le massif : 2 levées de 15m avec berme intermédiaire de 5m
- Protection anti affouillement en matelas Reno Plus de 7m de longueur
- Mise en place de redans longitudinalement pour suivre le profil en long du cours d'eau
- Mise en place d'épis en gabions pour éloigner



# ROUTE DU BORÉON – ST MARTIN VÉSUBIE (06)

MACCAFERRI

## GLISSEMENT 1

*En cours de chantier*



# ROUTE DU BORÉON – ST MARTIN VÉSUBIE (06)

## GLISSEMENT 1

*En fin de chantier*



# ROUTE DU BORÉON – ST MARTIN VÉSUBIE (06)

MACCAFERRI

## GLISSEMENT 1

*En fin de chantier*



# ROUTE DU BORÉON – ST MARTIN VÉSUBIE (06)

MACCAFERRI

## GLISSEMENT 1

*En fin de chantier*



# ROUTE DU BORÉON – ST MARTIN VÉSUBIE (06)

MACCAFERRI

## GLISSEMENT 6



Terramesh Vert  
Enrochements bétonnés



# ROUTE DU BORÉON – ST MARTIN VÉSUBIE (06)

MACCAFERRI

GLISSEMENT 6



*Terramesh Vert  
Enrochements bétonnés*

# ROUTE M2565 D'ACCES A LA VESUBIE (06)

Chantier de la Bollène Vésubie

*Après les travaux*



# ROUTE M2565 D'ACCES A LA VESUBIE (06)

Chantier de Roquebillière

*A la fin des travaux*

MACCAFERRI



# ROUTE M2565 D'ACCES A LA VESUBIE (06)

MACCAFERRI

Chantier de Lantosque Village



Terramesh System  
Matelas Reno Plus  
Enrochements  
bétonnés



# TerraMesh FAQ

Rise to the challenge

Vous avez des questions ?  
Posez-les dans la boîte de chat !



# Merci !

**Nous espérons vous revoir lors de  
nos prochains webinaires**