

Les gabions dans les ouvrages de génie civil - principes généraux et applications

24
MAI

2024 - 10h



Alexandre Plastre
Responsable technique

BIENVENUE

**Le webinaire va commencer dans
quelques minutes**





Alexandre Plastre

Responsable du Bureau Technique



(+33) 06 77 01 55 46



a.plastre@maccaferri.com



FRANCE MACCAFERRI Webinaire



Pour toute question

❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ HISTORIQUE DU GABION

❑ LA TECHNOLOGIE DU GABION

❑ AVANTAGES DE LA SOLUTION

❑ LES APPLICATIONS

❑ MISE EN ŒUVRE ET MAINTENANCE

❑ **PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI**

❑ HISTORIQUE DU GABION

❑ LA TECHNOLOGIE DU GABION

❑ AVANTAGES DE LA SOLUTION

❑ LES APPLICATIONS

❑ MISE EN ŒUVRE ET MAINTENANCE

En 2019 Maccaferri a célébré son 140ème anniversaire.

Depuis l'année de sa fondation, une histoire de succès et d'engagement a été écrite. Une histoire qui pousse la société vers un avenir porteur de défis stimulants et de grandes opportunités.

140

1879-2019

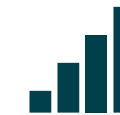


QUI SOMMES-NOUS ?

MACCAFERRI



Ventes dans + **130** pays



CA + **600** M€



+ **3 000** employés



23 usines



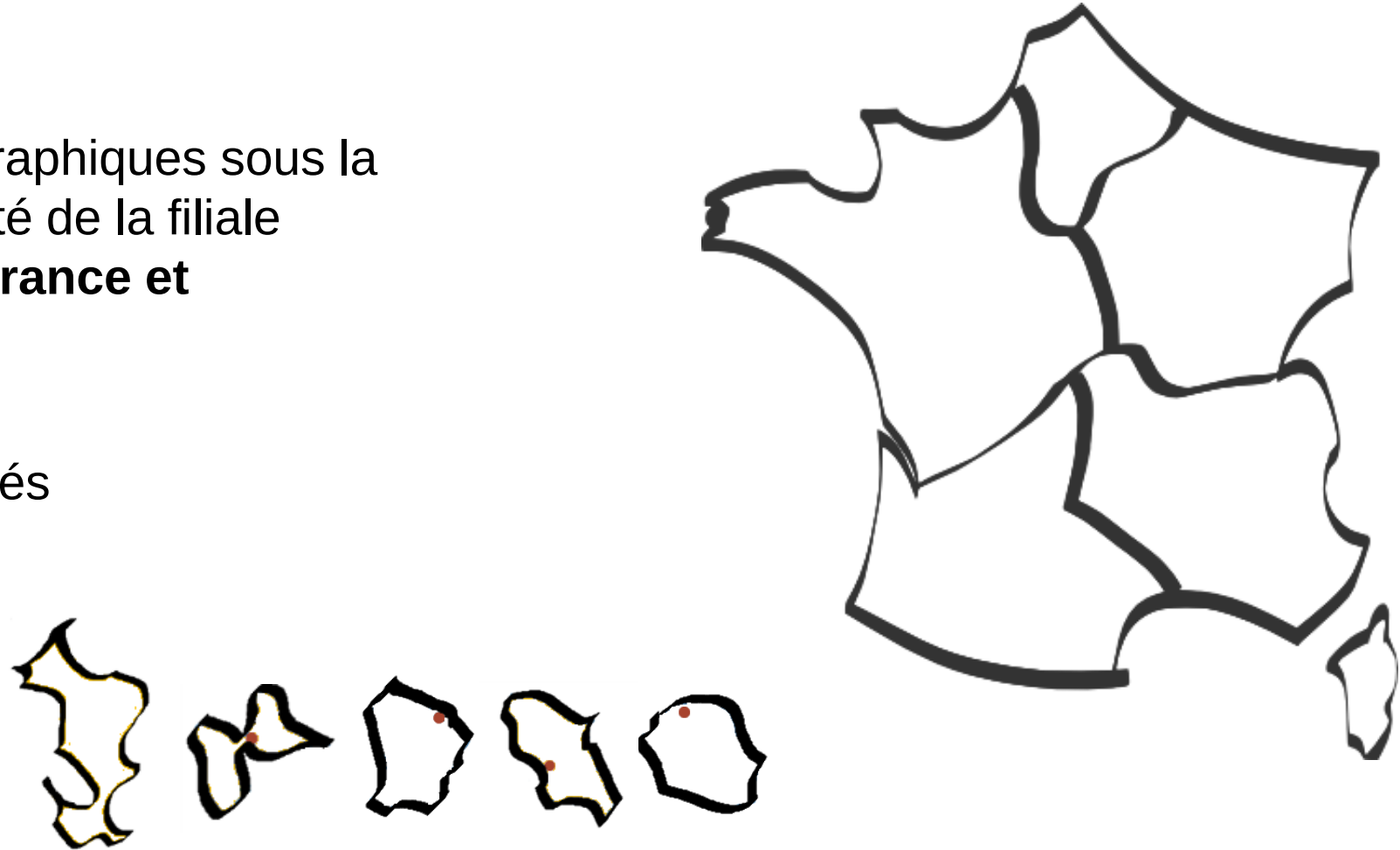
+ **60** filiales



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



~ 30 employés



QUE FAISONS NOUS – NOS DOMAINES D'APPLICATION

MACCAFERRI

Nous nous engageons à résoudre les problèmes de nos clients en leur apportant de meilleures solutions grâce à une écoute attentive, à l'innovation et à la collaboration.



Murs de soutènement et sols renforcés



Renforcement et satbilisation des chaussées



ISD, déshydratation des boues



Barrière de sécurité et acoustiques



Ouvrages hydrauliques



Fabrication industrielle



Structures de drainage



Clôtures et fils



Ecrans pare-blocs et paravalanches



Renforcement de base de remblai



Tunneling



Filets/ cages d'Aquaculture



Contrôle de l'érosion



Protection côtière et lestage de canalisation



Aménagements paysagers et architecturaux



Dallage en béton, préfabrication, et autres utilisations

COMMENT NOUS TRAVAILLIONS – NOTRE ACCOMPAGNEMENT

MACCAFERRI

Chez Maccaferri, nous ne vendons pas simplement des produits : nous apportons de meilleures solutions – En identifiant, s'adressant et répondant aux besoins spécifiques de chacun de nos clients. . Maccaferri est un partenaire qui travaille aux côtés de ses clients dès le démarrage du projet, en maximisant le rapport qualité-prix grâce à son expertise technique et à son portefeuille de produits de qualités.

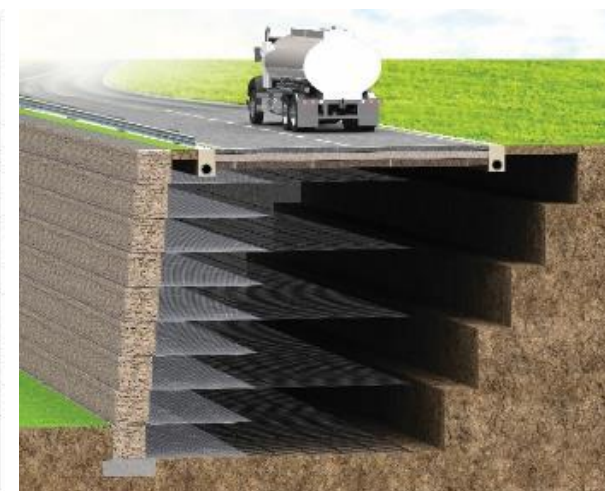
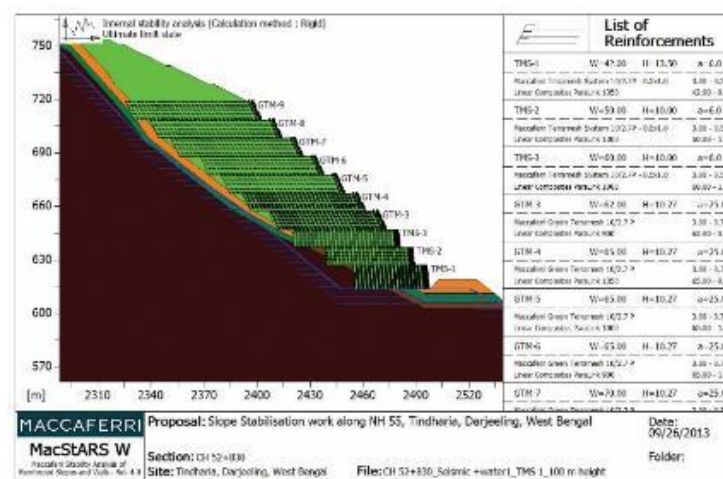
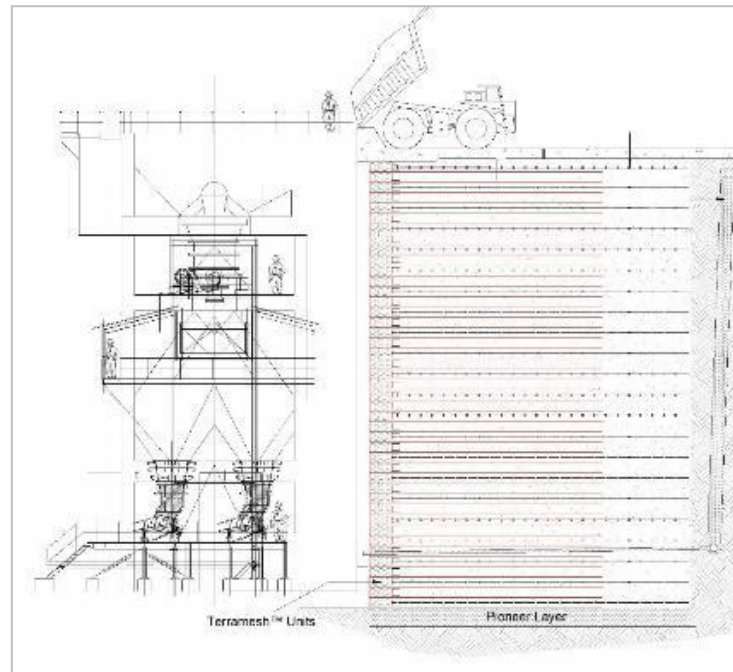


Notre réseau mondial grandit grâce à l'innovation et la diversification des secteurs d'activité et à travers une gamme croissante de produits et d'applications de haute qualité et respectueux de l'environnement.



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.



//

L'innovation est à l'origine de notre création et en 1893 nous avons entrepris un voyage dans cette direction.

C'est notre identité : s'efforcer de trouver la meilleure solution et exploiter nos connaissances pour satisfaire nos clients.

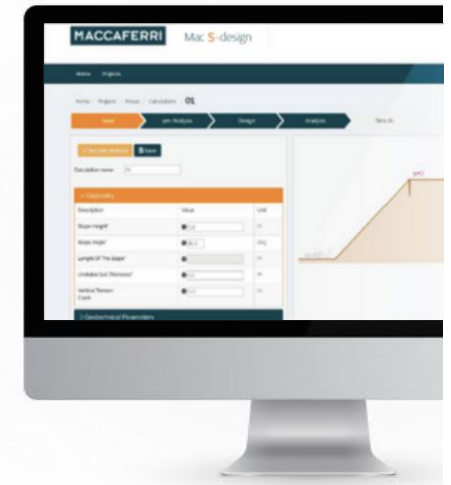
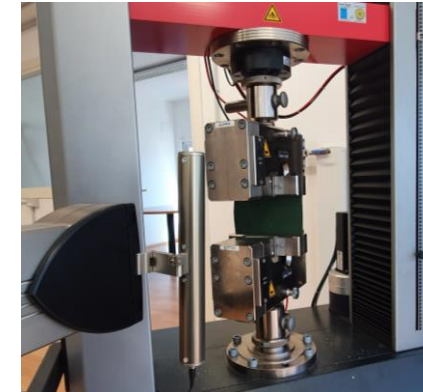
**INNOVATION CENTER
MACCAFERRI**



En 2014 Maccaferri a décidé de créer un centre d'excellence entièrement dédié à la recherche et au développement, regroupant en un seul lieu nos connaissances et notre savoir-faire : le Maccaferri Innovation Center (M.I.C.), situé à Bolzano en Italie.



Notre savoir-faire et notre expertise technique se traduisent également par le développement de logiciels Web pour une conception optimisée des produits/applications.



La protection de l'Environnement est un facteur essentiel pour Maccaferri. Nos solutions sont conçues et développées en veillant à la qualité de la vie et à la préservation de l'environnement pour les générations futures.

En tant que fabricant et concepteur de produits, nous pouvons associer des produits, en créant des solutions sur mesure pour optimiser les délais et les coûts de mise en œuvre. Cela permet :

- M** Optimiser l'utilisation de matériaux du site
- M** Réduire l'empreinte carbone
- M** Réduire les déchets de chantier grâce aux produits sur-mesure.

[Accéder à nos engagements](#)



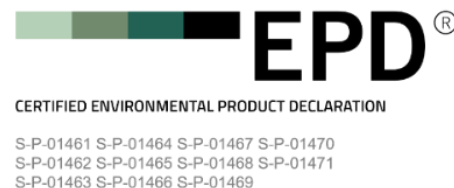
Nous montrons notre engagement pour améliorer la protection de l'environnement et augmenter la durabilité de nos ouvrages, en donnant des informations objectives, fiables et comparables sur l'impact environnemental du cycle de vie de nos produits.

Cela montre notre sens des responsabilités et notre engagement à fournir des solutions ayant le plus faible impact possible sur l'environnement.

Pour en savoir plus, téléchargez les EPD [ici](#).

De plus, un grand nombre de nos produits sont certifiés et testés par organismes indépendants conformément aux dernières directives et normes (EAD 340059-00-0106, EN10223-3, ISO17746, ISO17745).

Certifications produits : Marquage CE, Certificats BBA, marquage NF, marquage COPRO, etc.





Immersion chantier

BY

MACCAFERRI



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

❑ **HISTORIQUE DU GABION**

❑ LA TECHNOLOGIE DU GABION

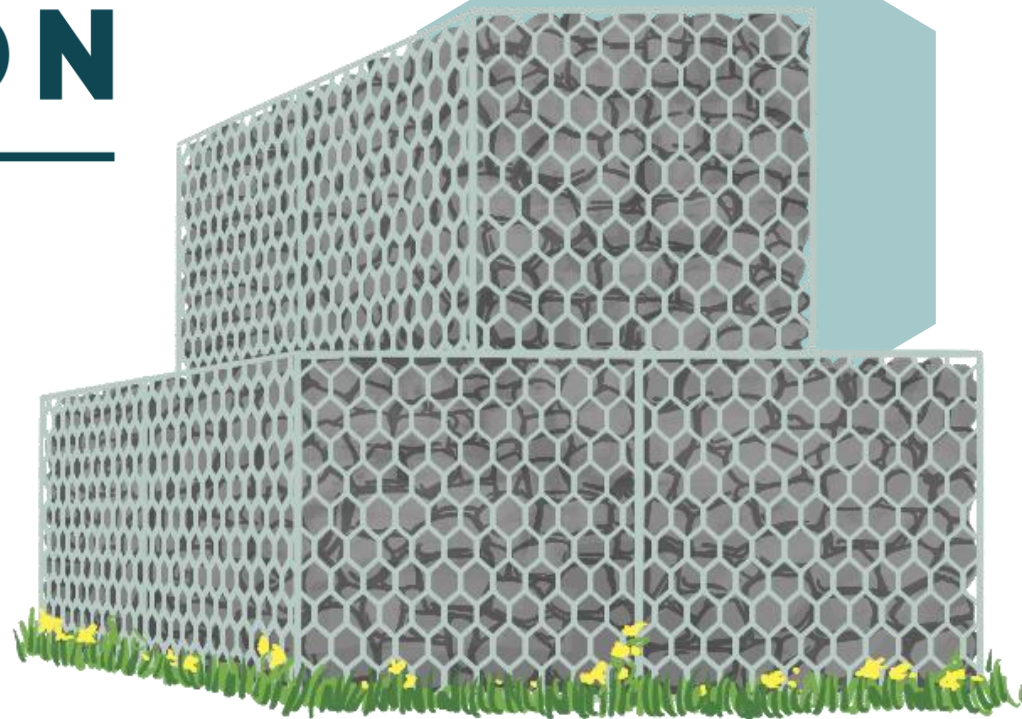
❑ AVANTAGES DE LA SOLUTION

❑ LES APPLICATIONS

❑ MISE EN ŒUVRE ET MAINTENANCE

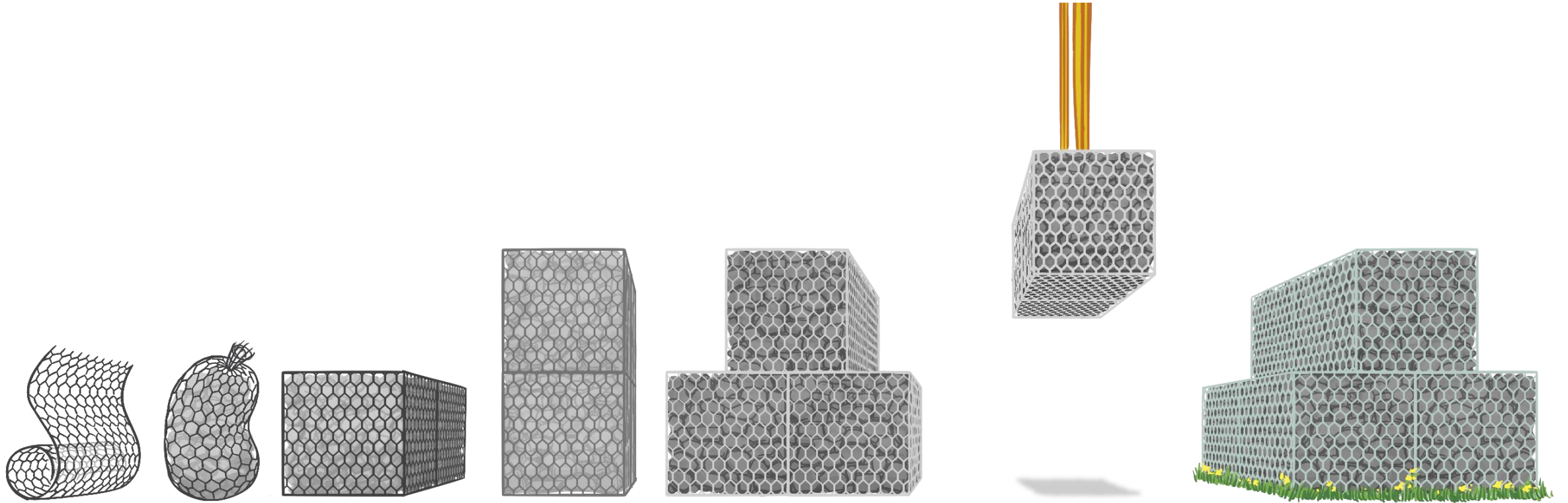


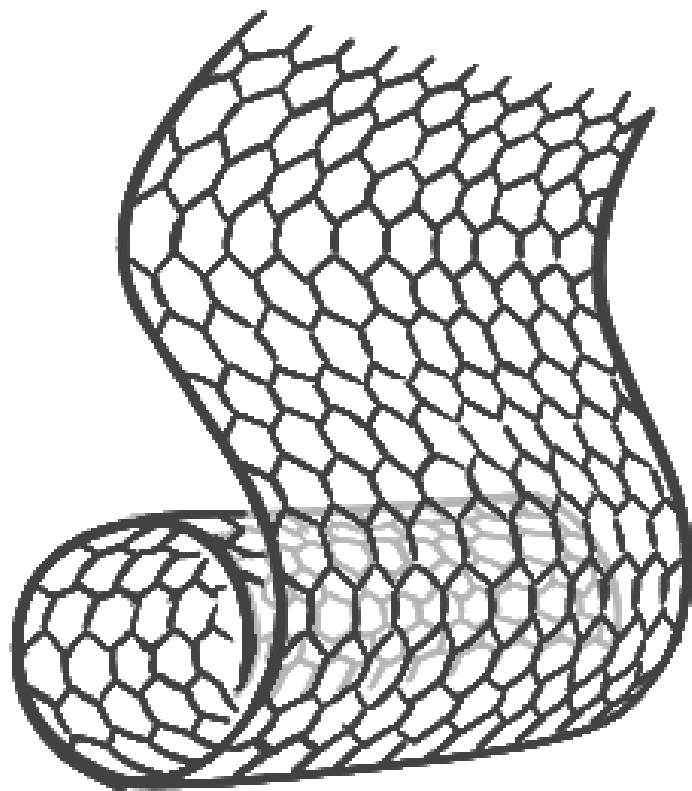
GABION
— 1894 —



COMMENT EN SOMMES NOUS ARRIVES LA ?

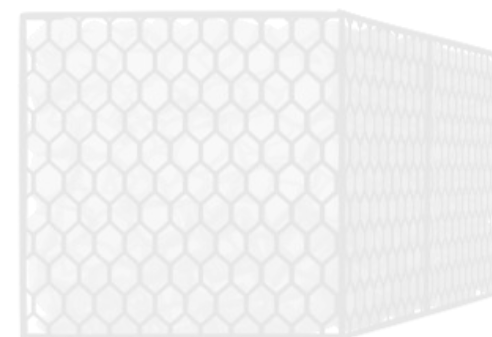
MACCAFERRI





1879

Le grillage du forgeron



1879



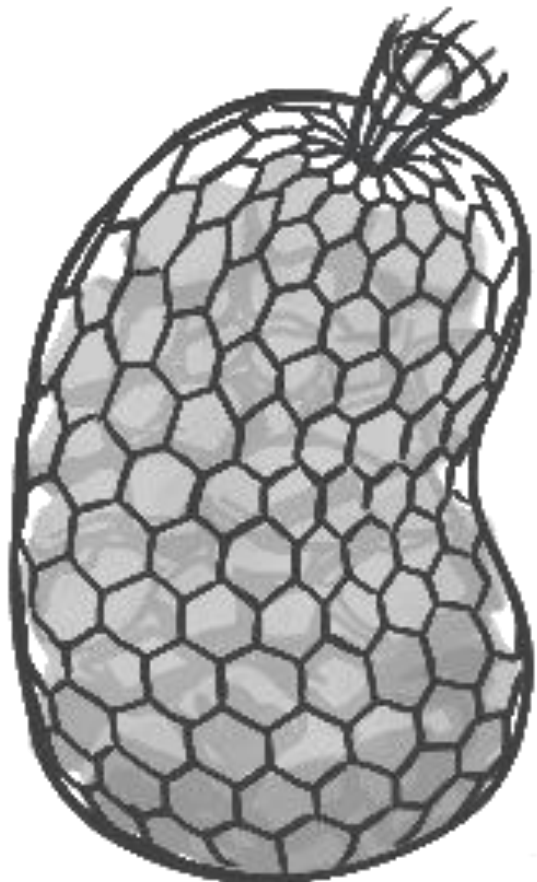
1894



1906



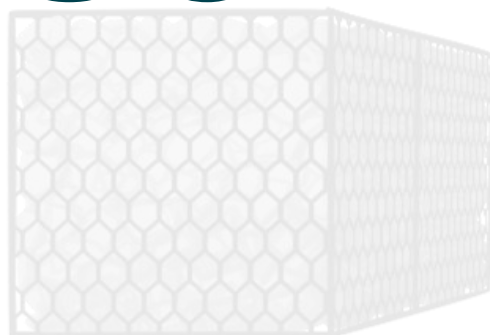
1952



1894

La 1ère installation

La bonne réaction



M

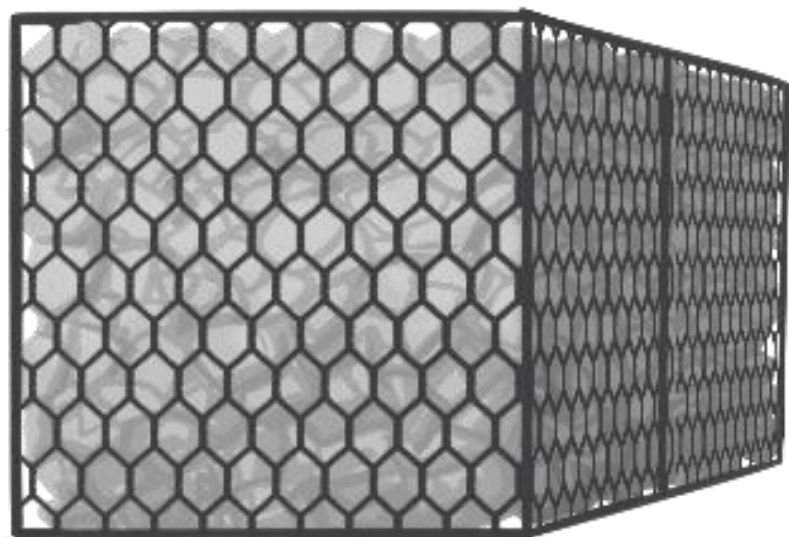
1894

M

1906

M

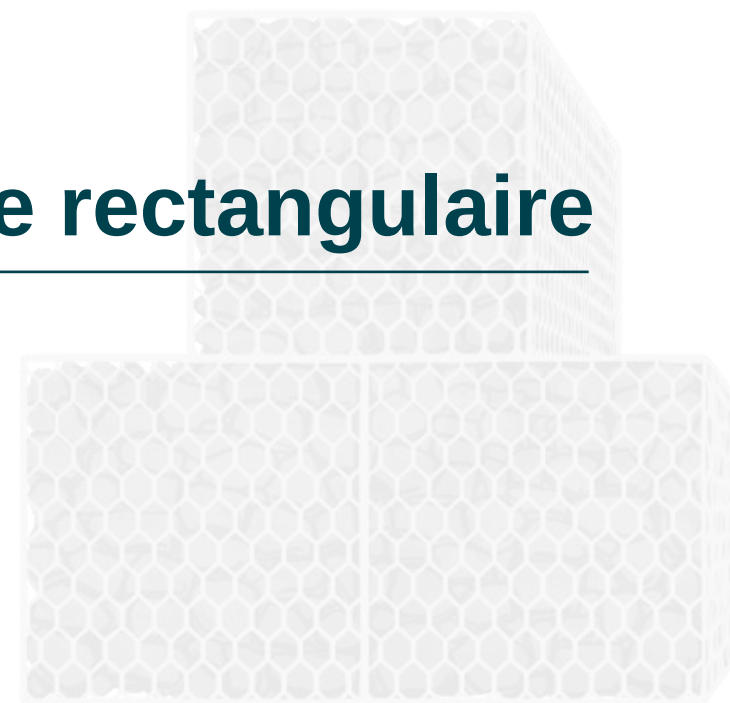
1952



1906

La forme rectangulaire

Modularité



M

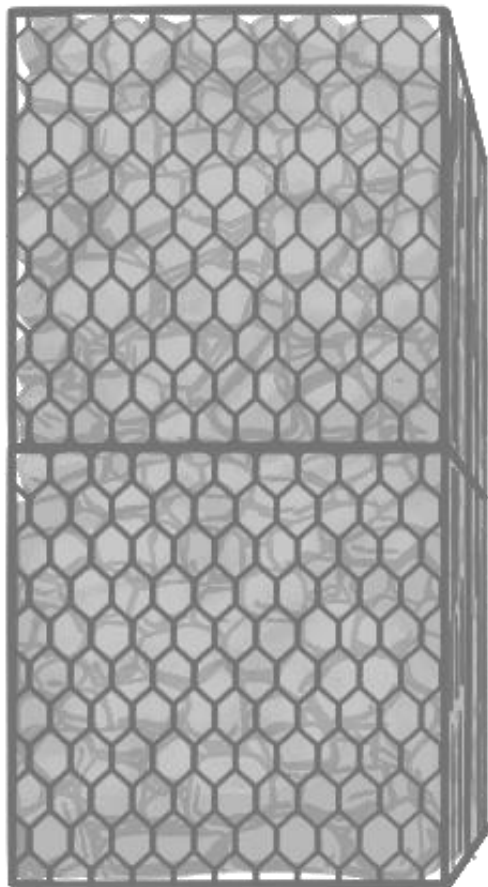
1906

M

1952

M

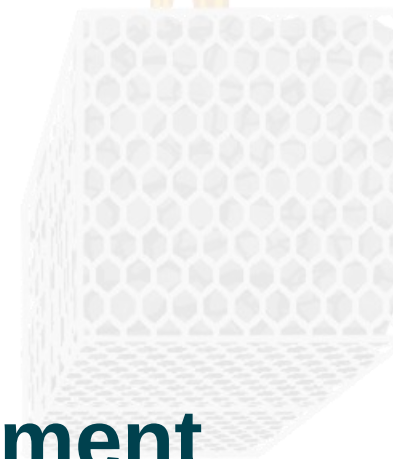
2018



1952

Le 1^{er} revêtement

Durabilité



M

1952

M

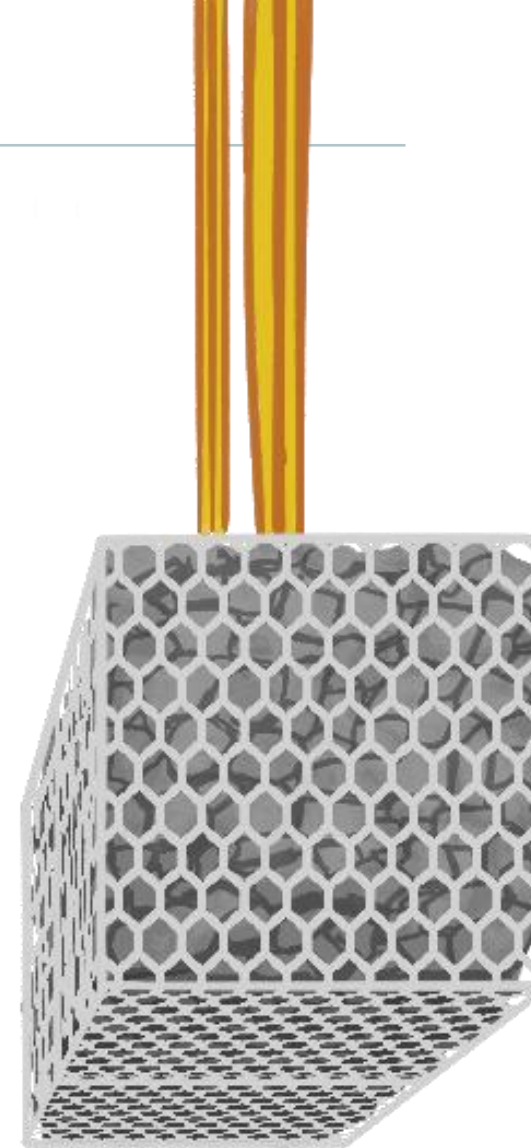
2018

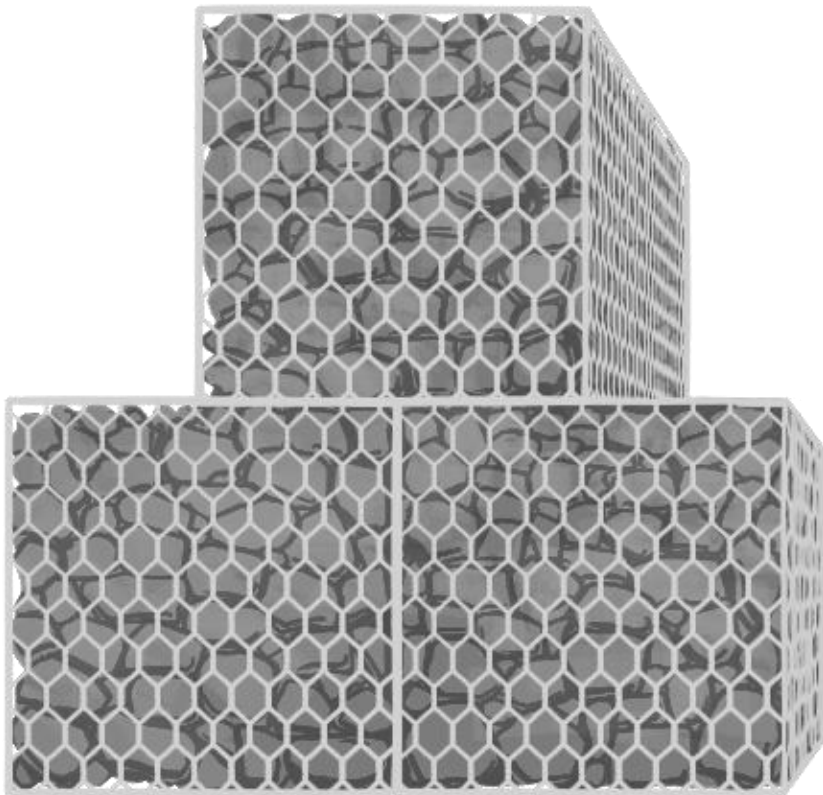
2006 Le 1^{er} prérempli

Robustesse

Fils renforcés

Pour pallier des situations d'urgence ou d'accessibilité, le développement du gabion prérempli avec des diamètres de fils plus élevés a répondu avec succès à ces problématiques.



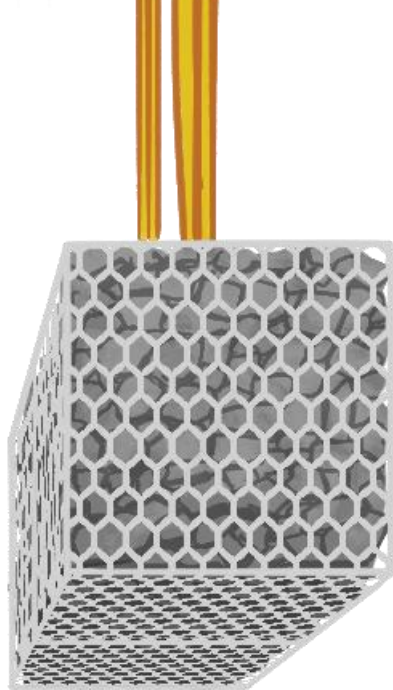


2018

Le revêtement PoliMac®

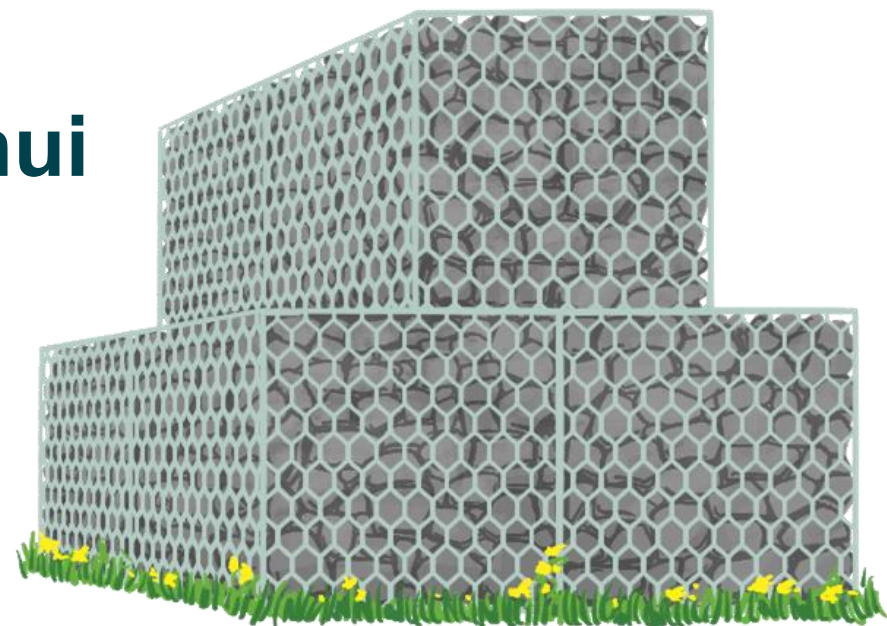
Développement durable





2024

Le gabion aujourd'hui



❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ HISTORIQUE DU GABION

❑ **LA TECHNOLOGIE DU GABION**

❑ AVANTAGES DE LA SOLUTION

❑ LES APPLICATIONS

❑ MISE EN ŒUVRE ET MAINTENANCE

Double torsion / électrosoudé

▪ Les similitudes

- La désignation / le nom : le gabion est une enveloppe métallique compartimentée remplie de pierre
- Les matériaux de remplissage : durs, non gélifs, non évolutifs, de granulométrie spécifiée suivant le type de maille

⇒... et ça s'arrête là

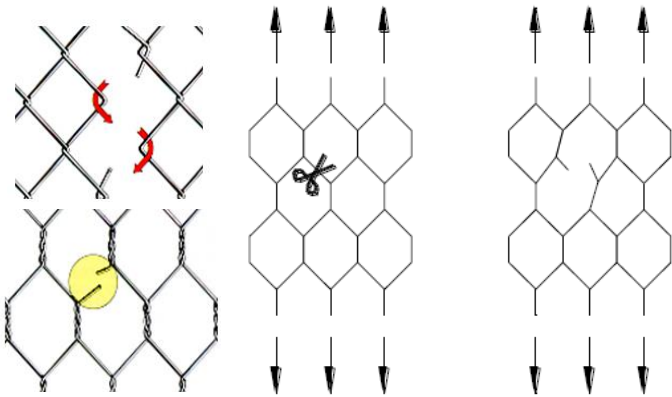


Double torsion / électrosoudé

■ La technologie

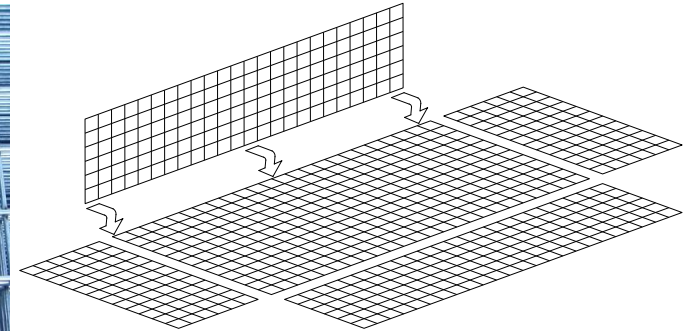
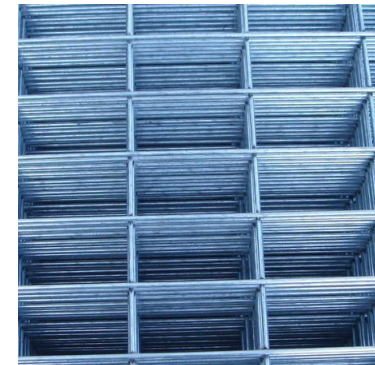
Gabions double torsion

- Boîte complète
- Grillage à maille hexagonale double torsion obtenue par tréfilage des fils : souplesse et résistance
- Indémaillable en cas de rupture d'un fil (contrairement à un grillage simple torsion)



Gabions électrosoudés

- Assemblage de panneaux indépendants
- Panneaux obtenus par électro-soudure de fils entre eux
- Mailles et panneaux plus rigides



Double torsion / électrosoudé

▪ L'esthétisme

Gabions double torsion

- Mise en évidence de la pierre
- Possibilité de faire des ouvrages courbes, sans facettes
- Parement moins rectiligne, faibles déformations à la mise en place des pierres



Gabions électrosoudés

- Mise en évidence de l'acier
- Ouvrages arrondis en facettes
- Parements plus rectilignes, moins déformables à la mise en place des pierres



Double torsion / électrosoudé

▪ La durabilité:

Gabions double torsion

- Utilisation de revêtement métallique à durabilité élevée
- Utilisation de revêtement polymère complémentaire indispensable en milieux agressifs (Littoral, cours d'eau fluviaux, sites pollués et/ou exposés aux chlorures)

⇒ Durée de vie estimée :

- Milieu C2 : 120 ans (*revêtement métallique seul*)
- Milieu C3 : 120 ans (*revêtement métallique + polymère*)
- Milieu C4 : 120 ans (*revêtement métallique + polymère*)
- Milieu C5 : 120 ans (*revêtement métallique + polymère*)
- Milieu CX : 120 ans (*revêtement métallique + polymère*)

Gabions électrosoudés

- Utilisation de revêtement métallique à durabilité élevée

⇒ Durée de vie estimée:

- Milieu C2 : 120 ans
- Milieu C3 : 50 ans
- Milieu C4 : 25 ans

Double torsion / électrosoudé

■ Le comportement mécanique :

Gabions double torsion

- Souple et déformable en conservant l'intégrité de la structure
- Contact permanent des pierres sur les pierres

⇒ Comportement élasto – plastique



Gabions électrosoudés

- Plus rigides, descentes de charge sur les panneaux verticaux
- Déformations / ruptures fragiles au niveau des mailles

⇒ Comportement fragile



Double torsion / électrosoudé

▪ Les utilisations recommandées

Gabions double torsion

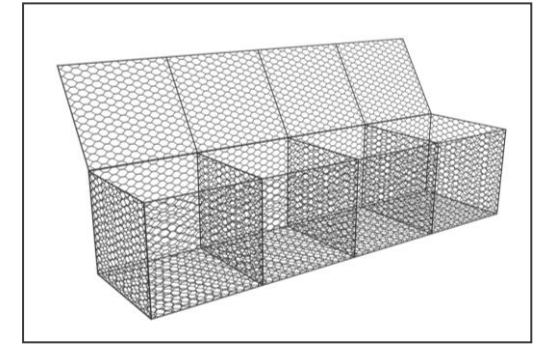
- Murs de soutènement
- Ouvrages hydrauliques
- Ouvrages maritimes protégés
- Aménagements paysagers

Gabions électrosoudés

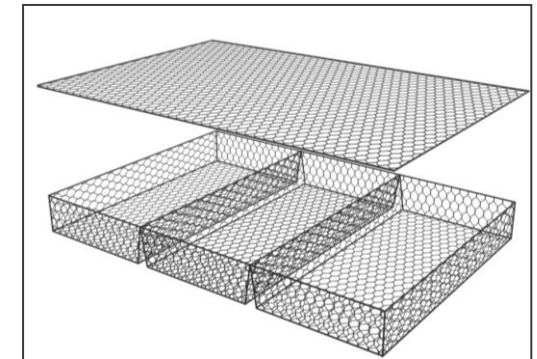
- Murs de soutènement de faible hauteur
- Aménagements paysagers
- Habillages de façade
- Ecrans acoustiques

Les produits

Gabions : Boîtes parallélépipédiques fabriquées à partir de Grillage double torsion équipées de diaphragmes (cloison) tous les mètres de longueur

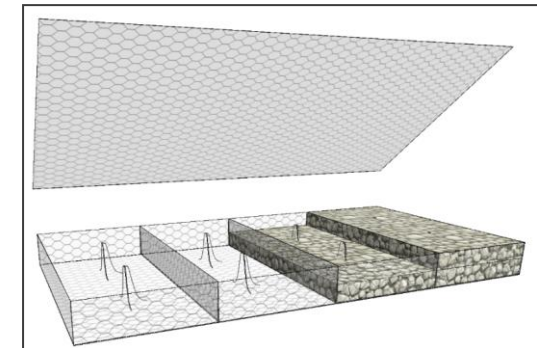


Matelas Gabions : Gabions de faible épaisseur ayant un couvercle détaché



Matelas Reno : matelas gabion fabriqué avec une nappe continue de grillage constituant côté, fond et **doubles diaphragmes** renforçant la structure face aux sollicitations hydrauliques

Matelas Reno Plus : matelas Reno équipé de tirants X-ties reliant la base au couvercle apportant des performances hydrauliques optimisées

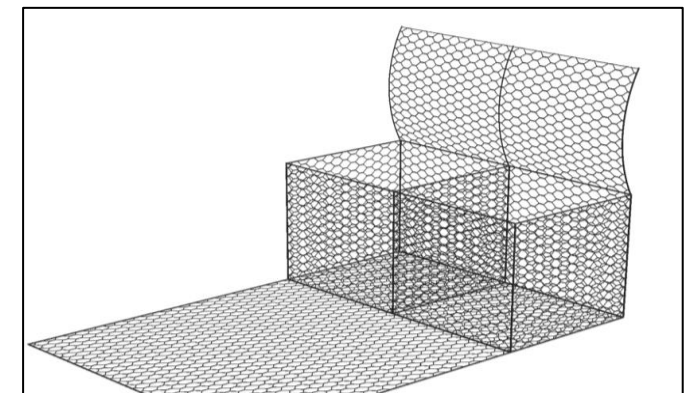
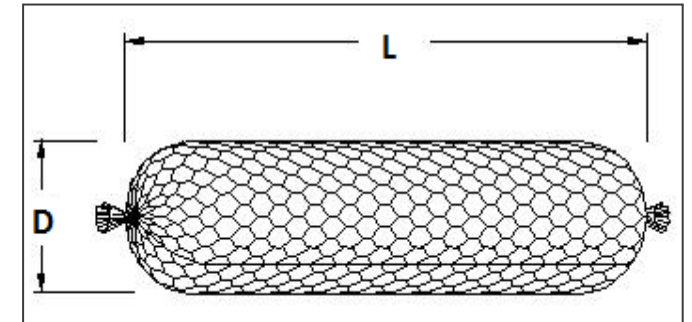
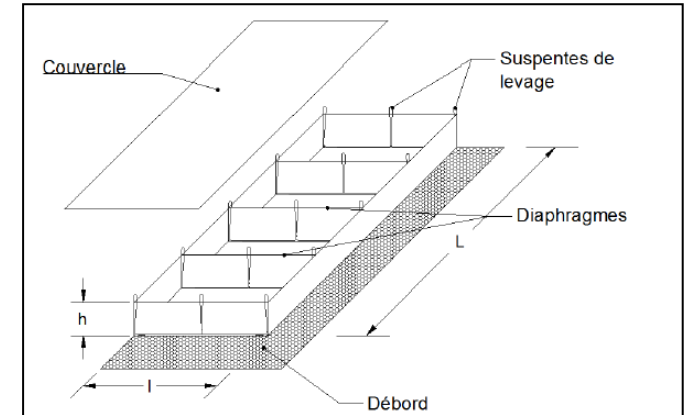


Les produits

RenoMac Plus : Matelas Reno Plus constitué d'un débord composé d'un géotextile et d'une nappe de grillage double torsion, destinés à être mis en œuvre en eau. La structure est pré remplie sur la berge et équipée de suspentes de levage pour sa manutention.

Gabion sac: gabion de forme cylindrique destinés à combler les fosses d'affouillement, à réaliser des batardeaux, des digues provisoires, des assises d'ouvrages de soutènement en gabions...

Terramesh System : Unité de sol renforcé en grillage double torsion à parement gabion utilisé pour réaliser des ouvrages de soutènement de type remblai renforcé. La nappe de renfort est continue du parement,



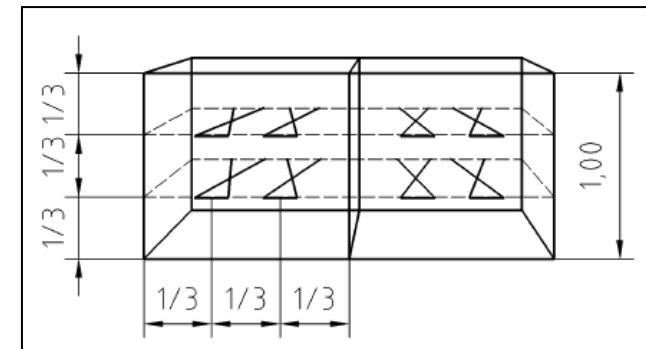
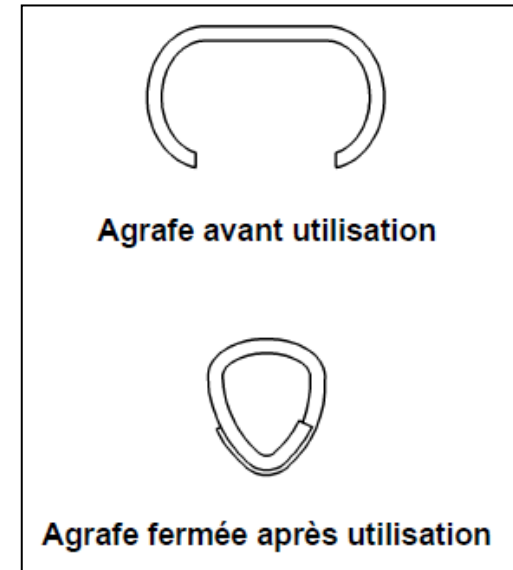
Les accessoires

■ Agrafes métalliques

- Utilisées pour la fermeture des cages et la liaison entre cages
- A positionner tous les 8 à 12cm (NFP 94-325-1)
- Résistance à l'ouverture normalisée (2kN)
- Utilisation avec une agrafeuse pneumatique
- Revêtement Zn/Al ou acier inox (fonction de la nature du grillage)

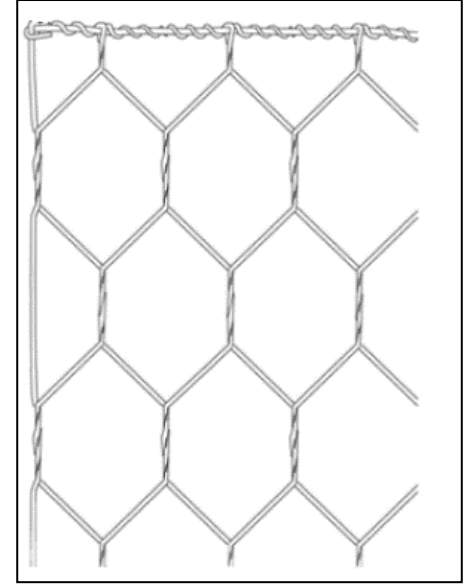
■ Les tirants

- Fil d'acier reliant la face avant à la face arrière d'un gabion
- Mise en œuvre à raison de $4u/m^2$ de parement
- Revêtement de même nature que le grillage du gabion
- Préfabriqués ou réalisés in situ



Le grillage

- Structures en grillage métallique à maille hexagonale double torsion
 - Type de maille : 6x8 ou 8x10 dépendant du type d'application
 - Matelas gabions : 6x8
 - Gabions : 8x10
- Fil d'acier « doux » : Résistance à la traction 350-550MPa
 - Diamètre (fonction du type de maille) variable entre 2,2 (maille 6x8 et 2,7mm (maille 8x10)
 - Il existe des diamètres plus gros pour des applications spécifiques (jusqu'à 3,9mm)
- Revêtement métallique sur fil d'acier :
 - Alliage courant : Zn95%/Al5%
 - Alliage plus avancé : augmente la résistance face à la corrosion
- Revêtement organique complémentaire : PVC, PA6 ou PE
 - A utiliser pour des applications à long terme en environnement agressif (eau, sols pollués, atmosphères salines ou polluées)



Le grillage

- **Spécifications techniques encadrées dans la norme NF EN 10223-3**
 - Impose un système de management de la qualité conforme à l'ISO 9001
 - Impose la conformité des fils à la norme NF EN 10218-2
 - Impose la présence de fils de bordures longitudinales et transversales et leur diamètre en fonction du diamètre du fil de maille
 - Impose la conformité du revêtement métallique sur fil d'acier à la norme NF EN 10244-2 (masse minimale de Zn/Al en fonction du diamètre du fil, adhérence)
 - Impose la conformité du revêtement polymère extrudé sur le fil aux normes EN 10245-1, EN 10245-2, EN 10245-3, EN 10245-5 ainsi que la relation entre le diamètre du fil d'acier brut et le diamètre du fil après revêtement organique

❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ HISTORIQUE DU GABION

❑ LA TECHNOLOGIE DU GABION

❑ **AVANTAGES DE LA SOLUTION**

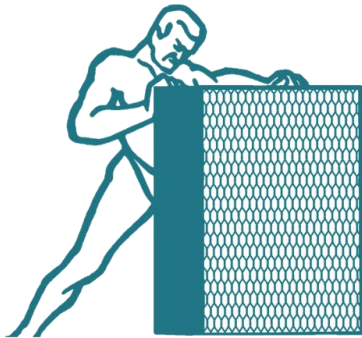
❑ LES APPLICATIONS

❑ MISE EN ŒUVRE ET MAINTENANCE



RESISTANTS

- **La résistance de la pierre et le confinement du grillage**
 - Utilisation de pierres dures, non évolutives et non gélives
 - Enveloppe en grillage ajustable selon les sollicitations => technologie **Strong Face**
 - Ouvrages de plus de 30m de hauteur



DRAINANTS

- **Naturellement drainants**
 - 30 à 35 % de vides
 - Evite les pressions hydrostatiques au niveau du parement
 - Meilleure dissipation d'énergie dans les ouvrages hydraulique



SOUPLES

- **Une maille souple et résistante**
 - Les structures admettent de fortes déformations sans rupture
 - Les structures s'adaptent aux tassements différentiels
 - Les matelas Reno se déforment pour prévenir des affouillements devant les ouvrages



DURABLES

- **Un revêtement ultra performant : le PoliMac**
 - Durée de vie estimée de 120 ans même dans des environnements extrêmement agressifs
 - Des retours d'expérience de plusieurs décennies sur des ouvrages soumis à de fortes sollicitations

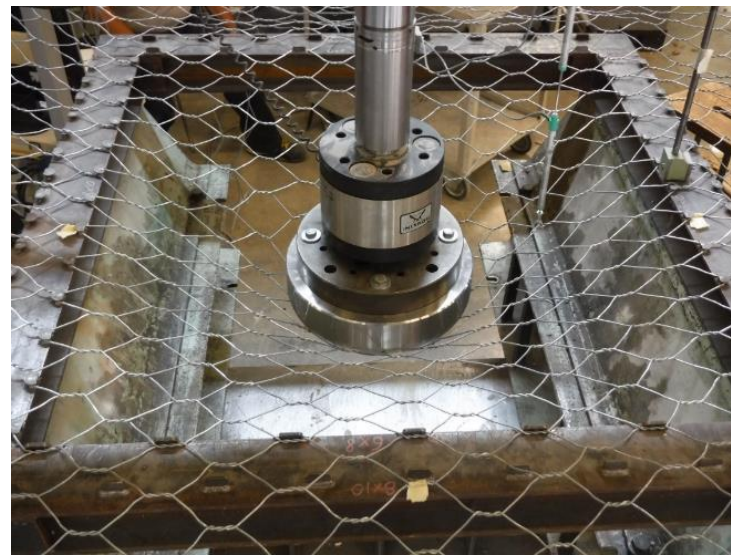


Berges du fleuve Arno



STRUCTURES TESTÉES

- **Essais mécaniques**
 - Traction / poinçonnement sur le grillage
 - Poinçonnement / cisaillement sur les gabions
 - **Essais hydrauliques**
 - Résistance aux contraintes tangentielles
 - Résistance aux jets d'hélice
 - Résistance au batillage
- ⇒ **Calculs réalisés sur la base de données propres au fabricant**



MONOLITHIQUES

- **Agrafage des structures entre elles**
- Blocs poids capables de reprendre de fortes sollicitations
- Résistance interne plus importante
- Capacité à reprendre localement des efforts plus importants non déterminés lors de la conception



❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ HISTORIQUE DU GABION

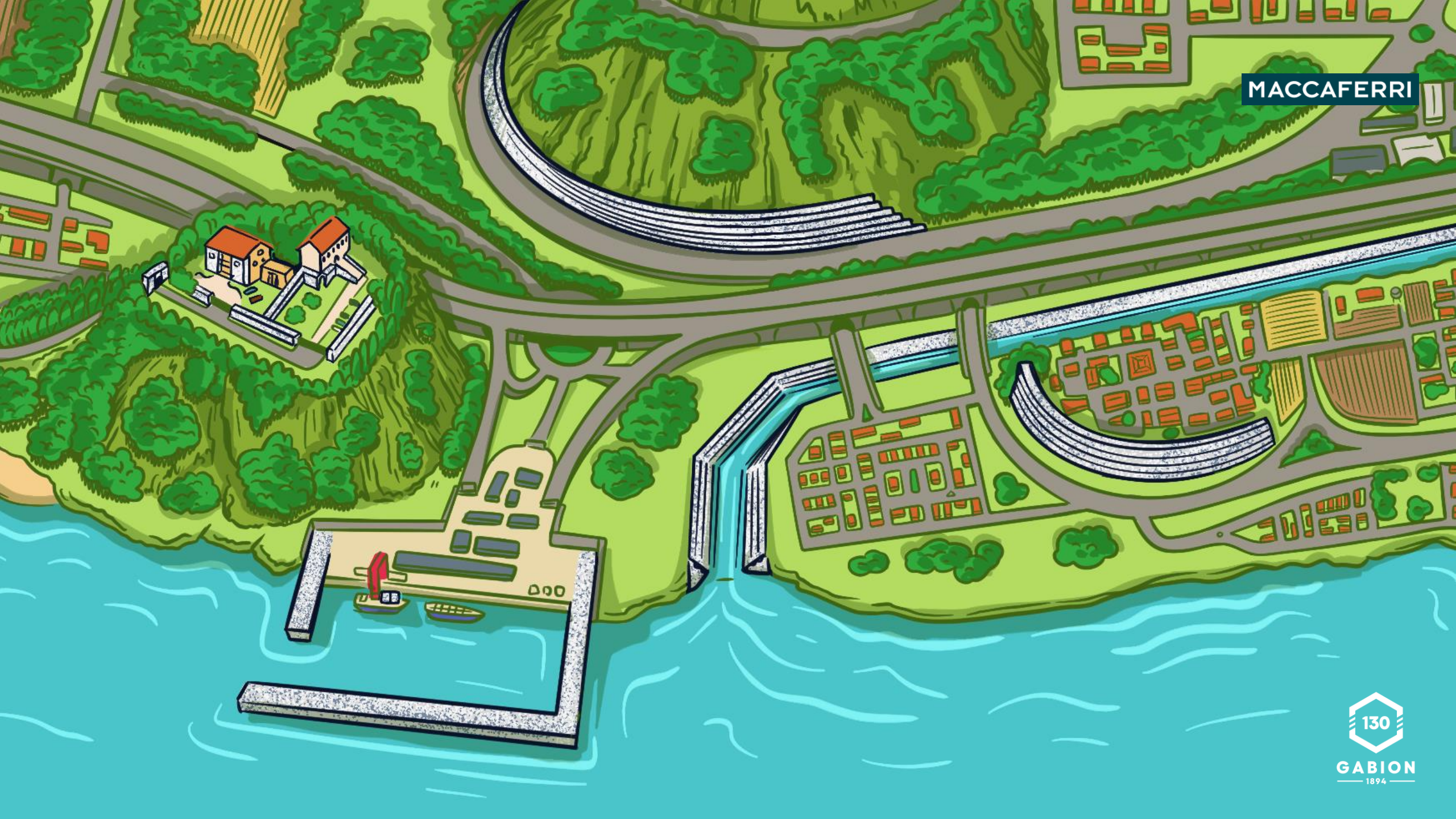
❑ LA TECHNOLOGIE DU GABION

❑ AVANTAGES DE LA SOLUTION

❑ **LES APPLICATIONS**

❑ MISE EN ŒUVRE ET MAINTENANCE

MACCAFERRI





Mur poids | Gabions | Péage de l'île de Ré (17)





Mur poids| Gabions **Strong Face** | Barrage du Suquet – Utelle (06)



Remblai renforcé| Terramesh® System, ParaGrid® | La Paoute (06)



Remblai renforcé | Terramesh®, ParaGrid® | Bagnol en Forêt (83)



Remblai renforcé | Terramesh® System | Lantosque Village (06)



Protection de berges | Gabions | Berges du Maravanne – La Londe les Maures (83)



Protection de berges | Gabions, Matelas Reno® | Bassin versant des bouisses (06)



Protection anti-batillage| Matelas Reno® | Bief de Niffer (67)



Déversoir | Matelas Reno™, Gabions | Vidourle (30)



Protection de berges | Terramesh®, ParaGrid®, Matelas Reno®, Gabions | Vésubie (06)



Protection subaquatique | RenoMac Plus® | Arles (13)





Digue maritime | Matelas Reno Plus, MacMat™ R | Digue d'Yves (17)



Gabions cloués | RN116 | Joncet (66)



Merlon Pare Bloc | *gauche* : Sannois (95) | *droite* : Site d'essais Rempare (06)



Barrière anti bruit | Terramesh® | Bologne, Italie



Barrière anti bruit | Terramesh® | Rennes (35)



Barrière anti bruit | Gabions | Tremery (57)



Ouvrages architecturaux et paysagers | Gabions | Domaine d'Ô - Montpellier (34)



Ouvrages architecturaux et paysagers| Gabions | Gennevilliers (92)

❑ PRESENTATION DU GROUPE MACCAFERRI

❑ HISTORIQUE DU GABION

❑ LA TECHNOLOGIE DU GABION

❑ AVANTAGES DE LA SOLUTION

❑ LES APPLICATIONS

❑ **MISE EN ŒUVRE ET MAINTENANCE**

Suivre les normes de mise en œuvre NFP 94 325 -1 & 2

- **La mise en œuvre est importante**
 - Préparation de la fondation
 - Utilisation de gabarits de montages
 - Mise en place des tirants et des agrafes
 - Respect de la dimension des pierres
 - Appareillage des faces vues

Suivre les normes de mise en œuvre NFP 94 325 -1 & 2

- Etape 1: Préparation de la fondation et mise en place des cages vides



Utilisation de gabarits de montages en face(s) vue(s)

Pour les matelas mise en place du géotextile sous les cages



MISE EN ŒUVRE DES STRUCTURES GABION

MACCAFERRI

Suivre les normes de mise en œuvre NFP 94 325 -1 & 2

- Etape 2: Remplissage des cages



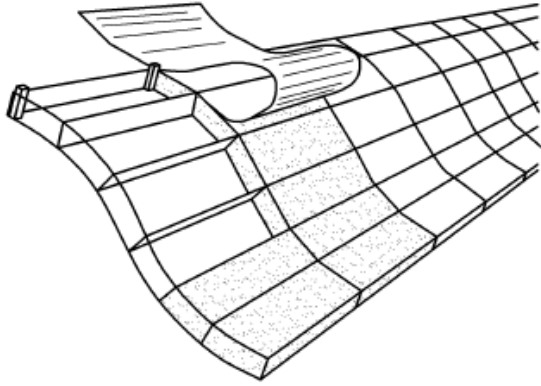
Appareillage des pierres au parement et mise en place des tirants ($\geq 4u/m^2$)



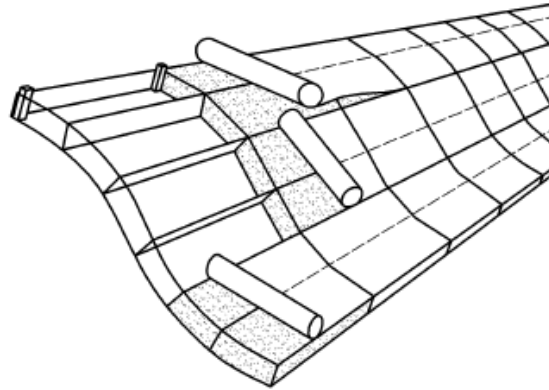
Pour des matelas, remplissage fortement mécanisé

Suivre les normes de mise en œuvre NFP 94 325 -1 & 2

- Etape 3: Fermeture par couvercles ou rouleaux de grillage



a) Fermeture avec couvercles indépendants



b) Fermeture avec rouleaux de grillage



MISE EN ŒUVRE DES STRUCTURES GABION

MACCAFERRI

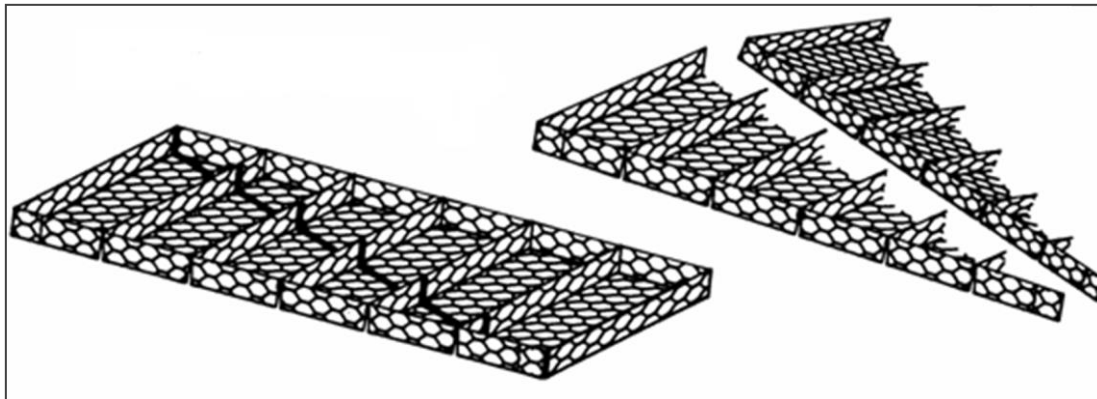
Suivre les normes de mise en œuvre NFP 94 325 -1 & 2

- Etape 4: Mise en place du système de drainage (pour les murs de soutènement)



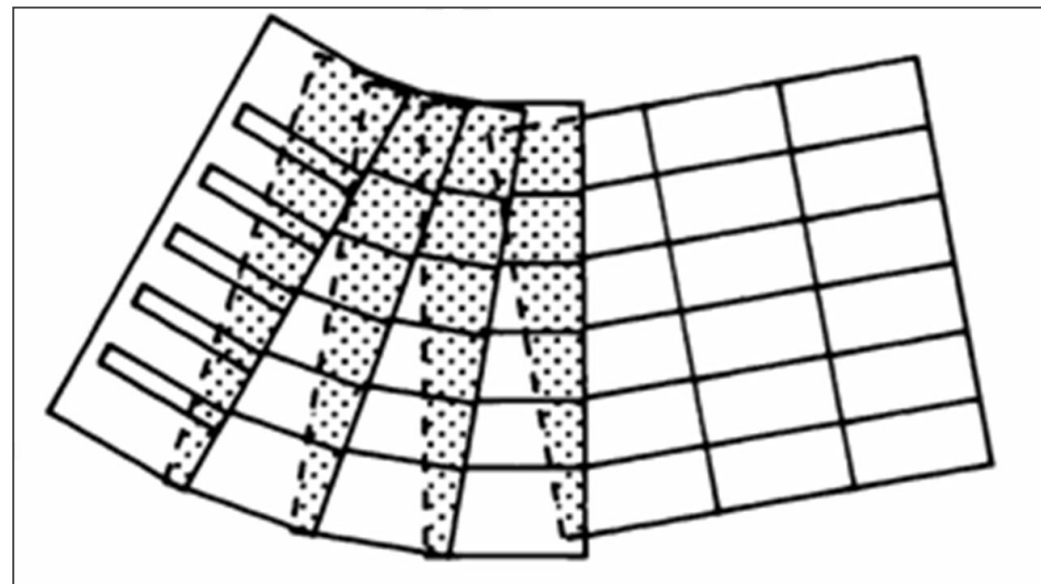
Suivre les normes de mise en œuvre NFP 94 325 -1 & 2

- Mise en œuvre en courbe



Prédécoupage des structures à la forme choisie...

...ou emboîtement des cages les unes dans les autres



Suivre les normes de mise en œuvre NFP 94 325 -1 & 2

- Passage d'interférences

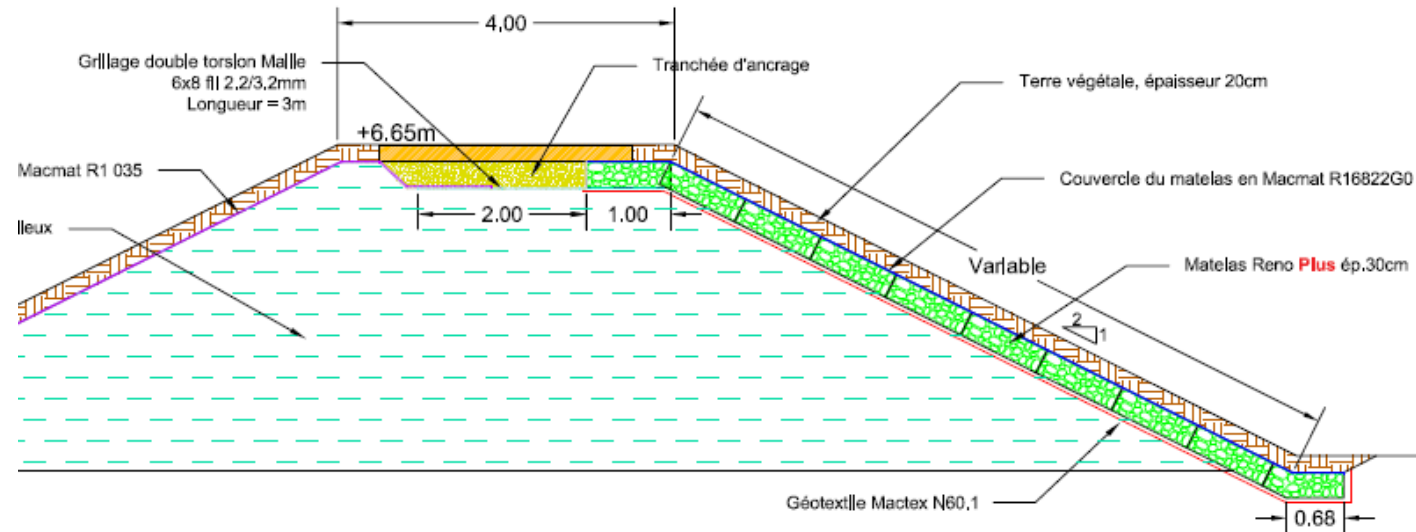


Façonnage et découpage des structures autour de l'interférence

Dispositifs d'ancrages

- Ancrage par mise en place d'un grillage ancré en tête de la zone à protéger

COTE MER



Coupe type de la digue



Dispositifs d'ancrages

- Ancrage par mise en place d'un câble longitudinal et de barres d'ancrages dans le sol



Dispositifs d'ancrages

- Ancrage par mise en place de goujon d'ancrage sur une longrine béton



- Il est recommandé de mettre en place un plan de maintenance adapté à l'ouvrage avec des périodes d'inspection annuelle ou à la suite d'évènements majeurs (crues).
- Des interventions peuvent être nécessaires à la suite d'endommagements localisés liés à des évènements accidentels tels que des impacts de flottants, d'engins de chantier, de véhicules, de chute de bloc ou des coupures de fils liées à l'abrasion, à des engins d'entretiens (tondeuses) ou de vandalisme.



- Les opérations consistent à vérifier que les structures ont toujours une géométrie adaptée à leur utilisation (absence de déformations excessives) et que les grillages ne soient pas endommagés (ruptures de fils, pertes d'agrafes, pertes de matériaux).
- Dans la plupart des situations, la mise en place d'une « rustine » en grillage suffira à «colmater» la surface de la structure endommagée, en utilisant un grillage de même nature (combinaison maille/fil et revêtement) que le grillage de la cage et en assurant un recouvrement minimum de 20cm avec le grillage intact de la cage.



- Dans les cas plus extrêmes, le démontage partiel de la structure doit être opéré, en enlevant soigneusement les cages endommagées





MERCI DE VOTRE ATTENTION