

# SOUTÈNEMENTS DE GRANDE HAUTEUR SUR UNE VOIE EXPRESS A DAKAR. TECHNIQUES TERRAMESH SYSTEM ET GEOGRILLES

AUTEURS : MICHEL COURTAUD, RESPONSABLE AFRIQUE, FRANCE MACCAFERRI - ALIOUNE TOURE, DIRECTEUR DES TRAVAUX, EIFFAGE SÉNÉGAL - GÉRARD SENAC, PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL, EIFFAGE SÉNÉGAL

LES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT DE GRANDE HAUTEUR ONT TOUJOURS ÉTÉ DIMENSIONNÉS POUR GARANTIR UN OUVRAGE FIABLE ET PERFORMANT. AUJOURD'HUI L'APPROCHE DE LA CONCEPTION A ÉVOLUÉ PUISQUE LA SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE EST DEVENUE PARTIE INTÉGRANTE DU PROCESSUS DÉCISIONNEL. LE CHALLENGE DU CHANTIER DE LA VOIE EXPRESS DE DAKAR A ÉTÉ DE TROUVER, POUR UN SOUTÈNEMENT DE 16 MÈTRES DE HAUT, LA SOLUTION PERFORMANTE, ADAPTÉE, QUI S'INTÈGRE DANS LE SITE ET À UN COÛT DE CONSTRUCTION AVANTAGEUX. DÈS LORS, LE CHOIX D'UNE SOLUTION TERRAMESH SYSTEM À PAREMENT MINÉRAL, ASSOCIÉ À DES GÉOGRILLES DE RENFORT À HAUTE RÉSISTANCE MÉCANIQUE, S'EST IMPOSÉ POUR LA CONSTRUCTION D'UN OUVRAGE DE GRANDE HAUTEUR EN FRONT DE MER ET SITE PROTÉGÉ.



1- Vue d'ensemble du soutènement en Terramesh System.

1- General view of the Terramesh System supporting structure.

## UN PROJET QUI S'INSCRIT DANS L'URBANISATION DE DAKAR

Dans le cadre de l'organisation, en 2008, de la Conférence des États Islamiques (O.C.I.) à Dakar au Sénégal, le gouvernement sénégalais s'est engagé dans de grands travaux de désencla-

vement et d'urbanisation de la ville. En particulier, la réalisation d'une voie express, deux fois deux voies, qui relie le quartier résidentiel des Almadies à la corniche de Dakar. Le début du tracé de cette rocade passe au pied des « Deux Mamelles »

anciens volcans à la Pointe du Cap Vert et suit le front de mer, en aérien, au-dessus de la mosquée de la Divinité (photo 2). Le site des « Deux Mamelles », ainsi que le site de la mosquée de la Divinité sont des sites protégés.

Pour réaliser l'ouvrage de soutènement majeur, hauteur maximale 16 m, et l'intégrer architecturalement, la société Eiffage Sénégal, ex-Fougerolle, titulaire du marché a choisi d'adapter au site la solution France Maccaferri : remblai renforcé par des géogrilles à très



2

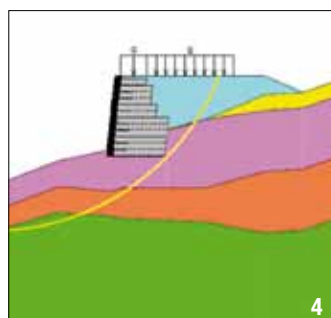
haute résistance mécanique, avec un parement minéral de type Terramesh System.

À noter que ce procédé, a déjà été réalisé par le groupe Eiffage, avec le concours de France Maccaferri et de Scetauroute, pour la construction de murs de soutènement de grandes hauteurs, de 15 à 24 m, lors de la construction de l'autoroute portugaise « Scut Interior Norte » et lors de la construction du coursier évacuateur de crues, dimensionné avec Sogreah, du grand barrage de Niamdouba en Casamance au Sénégal.

### PRINCIPE DU REMBLAI RENFORCÉ TERRAMESH SYSTEM

Le Terramesh System est une structure composée d'un parement gabion dont la base est prolongée par une nappe d'ancrage en grillage. L'emploi d'une seule nappe de grillage pour la confection de la façade et de la nappe d'ancrage confère à la structure une continuité idéale des éléments et assure un ancrage parfait des renforts au parement (figure 3).

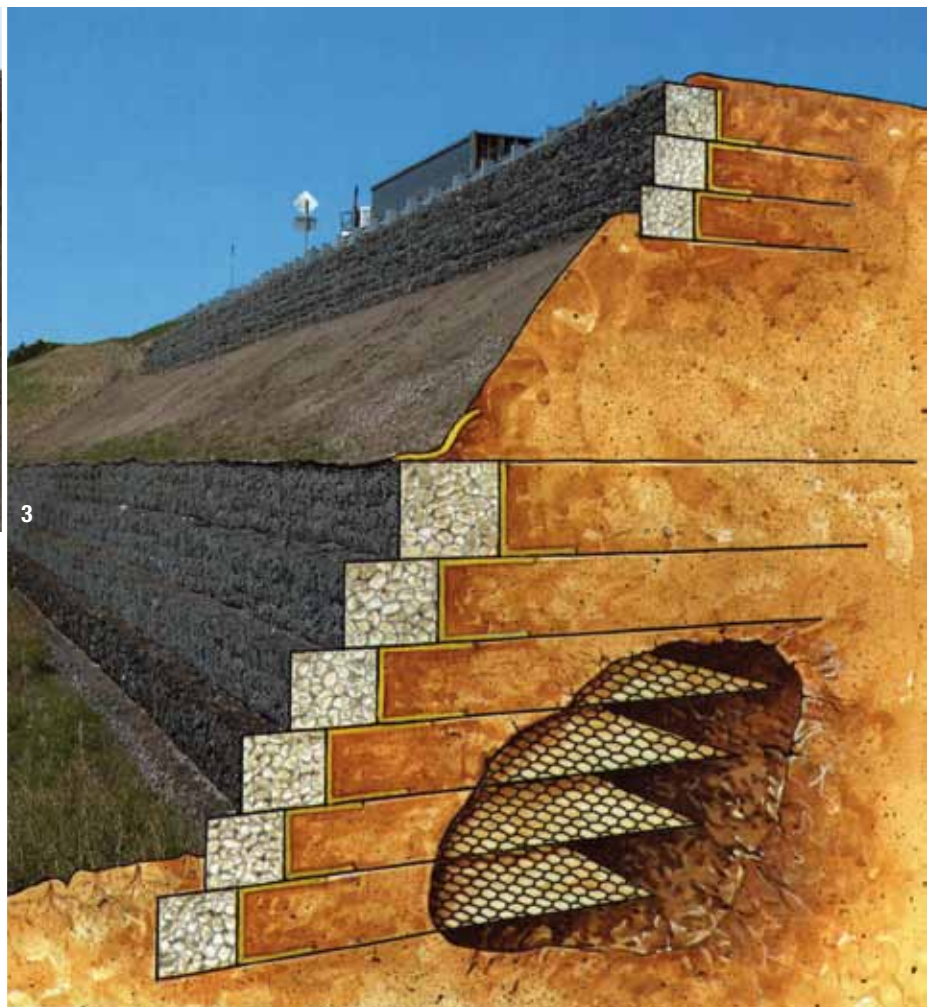
Le Terramesh System remplit exactement les trois critères de qualité des structures « gabion » en grillage double torsion : monolithisme, flexibilité et drainage. La souplesse de cette structure permet un remplissage optimum des cages et évite tout risque de tassement et d'affaissement en pied de l'ouvrage. Les structures Terramesh System sont réalisées avec du grillage double torsion à haute résistance certifié NF Acier, maille 80 x 100 mm, en fil d'acier, revêtu de Galfan (alliage zinc aluminium) et de PVC extrudé à chaud (Ø 2,7 - 3,7 mm), seules protections capables en front de mer d'assurer la pérennité de l'ouvrage.



4

- 2- Vue du site avant travaux.
- 3- Coupe de principe Terramesh System.
- 4- Profil en travers.
- 5- Mise en place du géotextile à l'arrière du gabion.
- 6- Fixation des géogrilles de renfort.
- 7 et 8- Vue d'ensemble du passage inférieur et des volées d'escaliers en courbe.

- 2- View of the site before the works.
- 3- Schematic cross section of Terramesh System.
- 4- Cross section.
- 5- Placing geotextile behind the gabion.
- 6- Attaching the reinforcing geogrids.
- 7 et 8- General view of the underpass and curved flights of stairs.



3

Dans le cas présent, cette structure a été associée à des géogrilles de la gamme Bidim Rock de Tencate. Les nappes de renfort ont une longueur maximale de 12 m.

### UNE CONCEPTION DE L'OUVRAGE ADAPTÉE AU CONTEXTE URBAIN

L'ouvrage a été réalisé par Eiffage Sénégal, dimensionné par France Maccaferri et validé par la maîtrise d'œuvre Apave Sahel, filiale d'Apave Sud Europe.

Sa conception s'est adaptée aux volontés architecturales du maître d'ouvrage, aux caractéristiques géologiques et sismiques du site et aux problèmes de réalisation qu'impliquent généralement des travaux en zone urbaine (figure 4).

France Maccaferri utilise le logiciel MACSTARS qui permet d'effectuer des vérifications de stabilité par la méthode de l'équilibre limite pour des pentes naturelles ou pour des talus renforcés.

Le logiciel offre un choix de plusieurs types de renforts : grillage métallique

double torsion, géotextiles et géogrilles dont il intègre les caractéristiques mécaniques intrinsèques (résistance à la traction, facteurs de sécurité, module de déformation...).

Les difficultés de dimensionnement ont porté sur les interactions entre les différents ouvrages, en présence d'escaliers courbes et d'un passage inférieur qui permet l'accès à la mosquée de la Divinité et d'évacuer les produits de la pêche commercialisés sur la plage.

### UN CHANTIER DANS UN SITE TOURISTIQUE ET PROTÉGÉ

Les travaux ont été dans leur ensemble réalisés par l'entreprise Eiffage Sénégal, avec une assistance technique de France Maccaferri au démarrage du chantier.

Le parement minéral a été rempli en pierres de granulométrie 80 x 180 mm, choisies pour leur forme et leur couleur en vue d'une belle intégration dans le site.

Ces pierres ont été sélectionnées et positionnées manuellement pour appa-



reiller la façade de l'ouvrage et respecter le protocole environnemental.

L'intérieur du gabion a été rempli mécaniquement.

Un géotextile de filtration a été posé à l'interface entre le parement arrière du gabion et le remblai structural, pour éviter le transfert des fines au travers des vides des pierres sèches du gabion (photo 5).

Les géogrilles de renfort ont été disposées à l'arrière des cages et fixées aux nappes grillagées d'ancrage des gabions (photo 6).

Le remblai technique a ensuite été réalisé. En raison de la hauteur de l'ouvrage, plusieurs géogrilles de la gamme Bidim Rock ont été utilisées, leur résistance à la traction variant de 80 à 400 kN/ml. Un Bidim Spacer a également été posé à l'interface du terrain naturel et du remblai technique

pour permettre l'évacuation des eaux d'infiltration en pied d'ouvrage.

Les matériaux de remblai (grave naturelle latéritique) ont été approvisionnés à partir de carrières agréées. Le remblai étant l'un des éléments essentiels de l'ouvrage, les matériaux ont été sélectionnés pour leurs caractéristiques physiques (granulométrie...) et mécaniques (angle de frottement interne...) dont dépend le dimensionnement de l'ouvrage.

Approvisionnés de nuit sur le chantier, ils ont été mis à la teneur en eau, sur une aire spécifique, avant d'être placés dans le corps de l'ouvrage.

Des dispositions particulières ont été prises à chaque étape de la construction pour s'assurer que la géométrie finale du parement a bien été respectée. Il faut noter que l'ouvrage inclut dans son massif un passage inférieur

et sur sa façade deux volées d'escalier courbes en amorce du giratoire supérieur (photos 7 et 8).

#### UN OUVRAGE QUI ALLIE TECHNIQUE ET ESTHÉTIQUE

La réalisation d'un ouvrage de soutènement de 16 m de haut à la Pointe des Almadies, site touristique et protégé au Sénégal, a mis une nouvelle fois en évidence les qualités techniques, mécaniques et esthétiques des remblais de type Terramesh System.

En effet, outre l'aspect esthétique apporté par un choix puis un appareillage des pierres au niveau du parement, les structures Terramesh System offrent les meilleures garanties de durabilité pour les ouvrages de grandes hauteurs grâce à la double protection des aciers revêtus de Galfan et de PVC extrudé à chaud.

Ces ouvrages sont fiables et ne sont pas sujets à des tassements du parement. Grâce à la souplesse du grillage, un remplissage optimum peut être réalisé, et la fermeture des cages se fait sans vide à l'interface, contrairement aux structures électrosoudées plus rigides, qui ne permettent pas le remplissage complet des cages et qui, empilées sur de grandes hauteurs peuvent être sujettes à des flambements des panneaux du parement allant parfois jusqu'à la rupture.

Cette souplesse associée au monolithisme de l'ouvrage résultant des ligatures apportent également un avantage structurel. En effet, l'ouvrage Terramesh System est durable, puisqu'il peut accepter des tassements différentiels qu'un ouvrage en parement électrosoudé ne pourra pas absorber sans casser. □

#### ABSTRACT

### VERY HIGH SUPPORTING STRUCTURES ON AN EXPRESSWAY IN DAKAR. TERRAMESH SYSTEM AND GEOGRID TECHNIQUES

MICHEL COURTAUD, MACCAFERRI - ALIOUNE TOURE, EIFFAGE - GÉRARD SENAC, EIFFAGE

**Very high supporting structures have always been designed to ensure a dependable, high-performance structure.**

Nowadays the design approach has changed, because environmental sensitivity has become an integral part of the decision-making process. The challenge of the Dakar expressway project was to find, for a supporting structure 16 metres high, an appropriate, high-performance solution which is integrated into the site, for an attractive cost of construction. Accordingly, a Terramesh System solution with mineral facing, combined with reinforcing geogrids of high mechanical strength, was an obvious choice for the construction of a high-rise structure in a protected location on the seafont. □

### MUROS DE CONTENCIÓN DE GRAN ALTURA EN UNA AUTOVÍA EN DAKAR. TÉCNICAS TERRAMESH SYSTEM Y GEOREJILLAS

MICHEL COURTAUD, MACCAFERRI - ALIOUNE TOURE, EIFFAGE - GÉRARD SENAC, EIFFAGE

**Las obras de contención de gran altura se han dimensionado siempre para garantizar una estructura fiable y eficiente.**

Hoy en día, el planteamiento del concepto ha evolucionado dado que la sensibilidad medioambiental ha llegado a ser parte integrante del proceso de decisión. El reto de la obra de la autovía de Dakar ha consistido en encontrar, para un muro de contención de 16 metros de altura, la solución de alto rendimiento, adaptada, que se integra en el sitio y según costes de construcción favorables. En estas condiciones, se ha optado para la solución Terramesh System de paramento mineral, combinada con georejillas de refuerzo de elevada resistencia mecánica, para la construcción de una obra de gran altura en frente del mar y en zona sensible. □