



## Murs et talus de soutènement – Solution Fortrac® – Aspect Nature S

Instructions de mise en oeuvre

# Instructions de mise en oeuvre

## Murs et talus de soutènement renforcés par des géogrilles Fortrac®

### 1. Généralités

### 2. Présentation

### 3. Composants

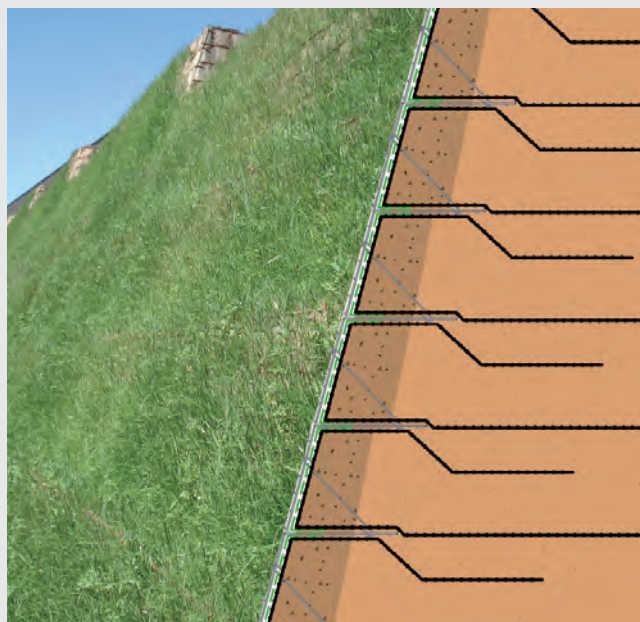
- 3.1 Renforcement
- 3.2 Parement
- 3.3 Protection contre l'érosion

### 4. Livraison et stockage

### 5. Mise en œuvre

- 5.1 Sécurité
- 5.2 Engins et équipement
- 5.3 Fond de forme
- 5.4 Géogrille
- 5.5 Matériau de remblai
- 5.6 Délimitation
- 5.7 Drainage
- 5.8 Végétalisation

### 6. Étapes de montage



### 1. Généralités

Les présentes instructions de pose expliquent comment ériger un ouvrage de soutènement en terre armée avec un renforcement végétalisable de type Fortrac® Nature S. Elles ont été conçues pour garantir une mise en œuvre efficace du produit. Il s'agit d'une présentation générale qui ne saurait couvrir l'intégralité des configurations et variantes offertes par les ouvrages de soutènement à armature géosynthétique renforcés par des géogrilles Fortrac®. Les données des lieux, les conditions externes et différents autres facteurs peuvent nécessiter divers ajustements. Ce document ne remplace donc pas le planning d'exécution qui doit être élaboré au cas par cas. Les différentes étapes de travail sont décrites et représentées par des schémas. Les valeurs et dimensions indiquées ici ne sont que des recommandations à adapter selon le projet. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à nous contacter. HUESKER se tient à votre service pour vous conseiller, de la planification du projet jusqu'à sa mise en œuvre.

### 2. Présentation

La solution « Fortrac® Nature S » est un système végétalisable destiné à l'aménagement d'ouvrages de soutènement renforcés par géosynthétiques. Il est composé à la livraison des éléments suivants: géogrilles Fortrac, cornières préformées en treillis métallique et matelas de protection contre l'érosion. La stabilité de l'ouvrage de soutènement est assurée par les géogrilles Fortrac et par le matériau de remblai compacté. Les nappes géosynthétiques sont posées par couches avec retour de nappes. Les cornières préformées en grillage métallique servent de coffrage perdu et ne revêtent pas de fonction statique passée la phase du chantier. Le matelas de protection contre l'érosion est placé derrière les cornières en treillis métalliques pour stabiliser le matériau de remblai. Le système de murs et talus de soutènement Fortrac Nature S peut être utilisé pour

des constructions de hauteur variée et d'inclinaison comprise entre 45° et 90°. Une végétalisation durable et sans entretien du parement est généralement possible jusqu'à une inclinaison de 70° en façade.

### 3. Composants

#### 3.1 Renforcement

La géogrille Fortrac® est flexible tout en ayant une grande rigidité longitudinale. Elle est fabriquée à partir de différents fils synthétiques très solides. Elle est disponible dans différentes ouvertures de maille et résistances à la traction. Le type de géogrilles (résistance à la traction, polymère...), l'écartement des couches et les longueurs d'ancrage sont définis lors du dimensionnement statique conformément aux dispositions Eurocode 7 (1), aux normes françaises NF P94-270 (2) ou XP G38-064 (3) et NF EN 14475 (4) Les géogrilles Fortrac® sont généralement fournies sous forme de lés de 5 m de large. Il est nécessaire de faire attention à l'orientation des

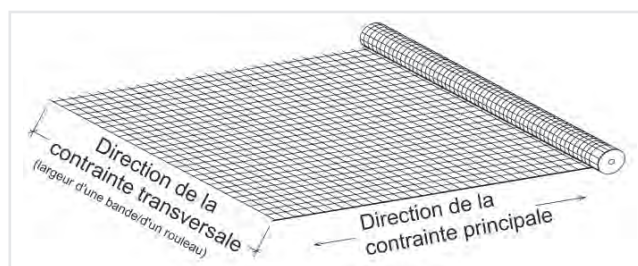
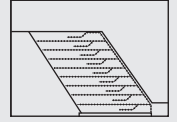


Figure 1: Direction des contraintes en traction principale et transversale

lés lors de la découpe et de la pose. L'axe de la contrainte de traction principale correspond en règle générale au sens de déroulement des géogrilles (figure 1).

Les dénominations des produits Fortrac® permettent de déduire la résistance nominale à la traction dans le sens longitudinal et



transversal, ainsi que l'ouverture de maille:

#### Fortrac® 110/30-20 T:

Résistance nominale dans le sens longitudinal 110 kN/m  
 Résistance nominale dans le sens transversal 30 kN/m  
 Ouverture de maille de 20 mm environ

### 3.2 Parement

Pour la réalisation du coffrage perdu, on utilise des cornières préformées en treillis métallique non galvanisé. Aucune protection anticorrosion n'est nécessaire, car ces cornières ne revêtent pas

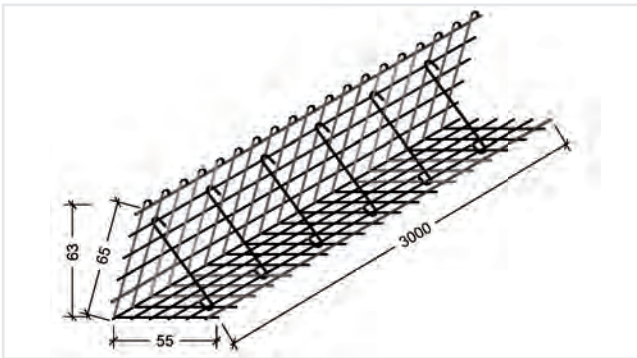


Figure 2: Exemple de dimensions d'une cornière métallique avec tiges

de fonction statique une fois l'ouvrage achevé. Il est possible de confectionner des éléments de parement d'angles différents afin d'obtenir l'inclinaison souhaitée pour le mur ou le talus (figure 2).

Pour ajuster l'inclinaison du talus, on peut de plus décaler horizontalement les éléments grillagés superposés (figure 3). Il faut dans tous les cas décaler légèrement les cornières afin d'empêcher la transmission des efforts verticaux dans le parement. Les éléments de coffrage sont fournis avec les crochets requis. Pour prévenir tout risque de blessure lié à des extrémités saillantes, il est recommandé d'utiliser des treillis métalliques à bouts repliés.

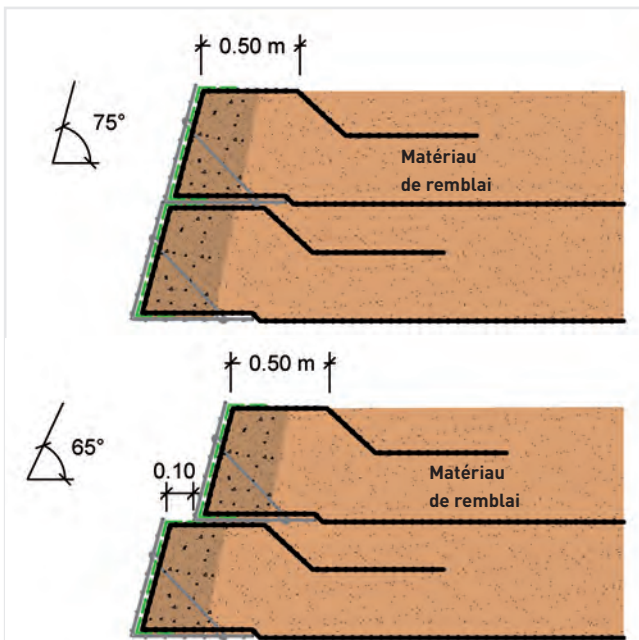


Figure 3: Variation de l'inclinaison du talus par décalage

### 3.3 Protection contre l'érosion

Le matelas de végétalisation ou de protection contre l'érosion à intégrer au parement peut être fabriqué dans différents matériaux. Il doit être correctement ancré entre les couches du renforcement. S'il est prévu de procéder dans le futur à un hydro-ensemencement, on utilisera une grille (par exemple HaTe® 23.142/GR) (figure 4).



Figure 4: Grille HaTe® 23.142/GR utilisée comme protection contre l'érosion

## 4. Livraison et stockage

Les géogrilles Fortrac sont livrées sous forme de rouleaux emballés dans un film protecteur. Chaque rouleau de géogrille est identifiable conformément à la norme NF EN ISO 10320 (5) de manière à assurer une traçabilité parfaite dans le cadre du système d'assurance qualité du projet. Les géogrilles Fortrac® livrées par HUESKER sont certifiées CE et arborent le certificat IVG.

Le déchargement peut être effectué à l'aide d'un chariot-élévateur (avec mandrin), d'une benne basculante ou d'un engin de chantier approprié, par exemple un système de levage et de manutention (figure 6).

On fera très attention à ne pas abîmer les rouleaux. Les rouleaux de géogrilles doivent être stockés à l'écart du trafic, sur une surface



Figure 5: Exemple d'étiquette Fortrac® 110/30-20 T

plane, sèche et propre. Les rouleaux peuvent être empilés; à condition de prendre les précautions nécessaires pour empêcher qu'ils ne glissent ou ne se déroulent. Les produits non emballés ne doivent pas rester exposés plus d'un mois sans protection aux rayons

# Instructions de mise en oeuvre

## Murs et talus de soutènement renforcés par des géogrilles Fortrac®



Figure 6: Stockage des rouleaux sur le chantier et utilisation du système de levage et de manutention

UV. Vous pouvez vous adresser directement à nous pour plus de précisions.

Les cornières métalliques et les matelas de protection contre l'érosion doivent être également stockés dans un endroit sec et sûr.

## 5. Mise en œuvre

### 5.1 Sécurité

Les dispositions légales et autres consignes relatives à la sécurité sur les chantiers s'appliquent à la construction d'ouvrages renforcés par géosynthétiques.

### 5.2 Engins et équipement

Les ouvrages de soutènement renforcés par géosynthétiques peuvent généralement être construits à l'aide d'engins de terrassement classiques. Il peut être utile d'avoir en plus sous la main durant les travaux un cutter ou couteau à batterie, un mètre ruban, de la peinture en spray, du fil de ligature, des tenailles ainsi qu'un tube en plastique fendu.

### 5.3 Fond de forme

A la connaissance de l'étude de reconnaissance géotechnique, le fond de forme doit respecter les exigences de compactage en fonction du type de sol. La fondation de l'ouvrage doit être aménagée suivant les niveaux et emmarchements prévus au projet (NF EN 14475 (4)). En cas de talus, celui-ci doit être sécurisé pour prévenir les risques d'érosion et d'affaissement

### 5.4 Géogrilles

Les géogrilles Fortrac doivent être découpées aux longueurs requises sur le plan statique en ajoutant les longueurs nécessaires pour le prolongement en hauteur et le retour de nappe (figure 7). La découpe des lés se fait à l'aide de cutters ou de couteaux rotatif sur batterie; pour se simplifier la tâche, on pourra avoir recours

à un dérouleur sur tréteau figure 8). Il peut être judicieux, afin d'optimiser la logistique du chantier, d'aménager un poste de découpe central où les lés vont être coupés à longueur voulue, rassemblés et stockés en bon ordre (figure 9). L'axe de la

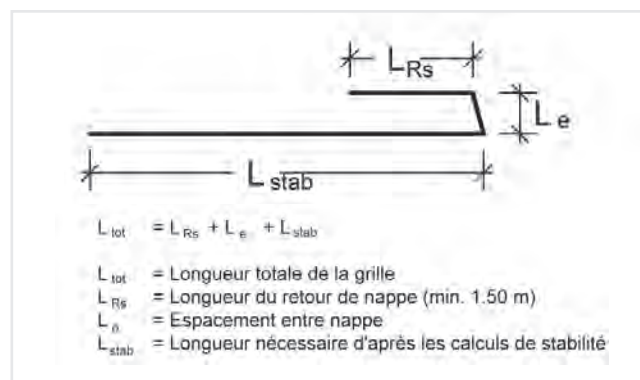


Figure 7: Longueur totale de la géogrille Fortrac®

contrainte de traction principale des géogrilles correspond en règle générale au sens de déroulement des rouleaux et doit être marqué par un repère de couleur.

De manière générale, les lés de renforcement coupés à la longueur requise doivent être posés à l'horizontale avec l'axe de la contrainte de traction principale perpendiculaire à la façade du talus ou au parement. Veiller à bien orienter les lés des géogrilles lors de la pose. Éviter les chevauchements non prévus par les calculs dans



Figure 8: Le dérouleur sur tréteau simplifie la découpe des lés

l'axe de la contrainte de traction principale. Un chevauchement latéral de 10 cm minimum est recommandé.

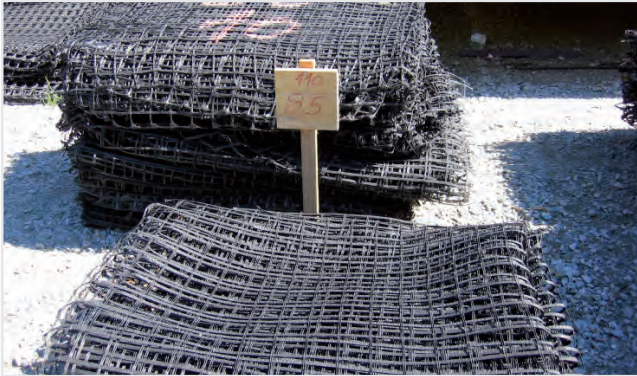
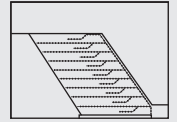


Figure 9: Géogrilles découpées et stockées de manière optimisée

Pour éviter la formation de plis lorsque les matériaux de remblaiement sont déversés sur la géogridde, on avancera vers l'extrémité de la géogridde en partant du côté du talus. Ne pas rouler directement sur les géogrilles – elles doivent être recouvertes par une couche de sol de 20 cm au moins. Le matériau de remblai doit être versé frontalement et compacté par couches.

En cas d'interruption des travaux, les grilles déjà posées doivent être recouvertes de matériaux de remblaiement.

### 5.5 Matériau de remblai

Le matériau de remplissage doit être bien compactable et ne pas craindre l'eau ; il doit de plus présenter les caractéristiques définies lors du calcul statique et de la planification (notamment résistance au cisaillement, poids spécifique, courbe granulométrique, etc.). Il est aussi possible d'utiliser des sols plastiques ou sensibles à l'eau en prenant les mesures complémentaires appropriées.

La mise en œuvre et le compactage du remblai doivent être exécutés avec grand soin, car la réussite d'une structure en remblai renforcé dépend principalement de la nature du matériau de remblai et de la constance avec laquelle il est mis en œuvre et compacté. (NF EN 14475 (4))

Les matériaux utilisables en remblais sont définis dans la norme NF P 11300 (6). Les « recommandations et règles de l'art « les ouvrages en Terre Armée » » SETRA/LCPC (1991) (7) et l'annexe A de la norme NF EN 14475 (4) définissent les matériaux utilisables, les exemples d'utilisation des différents types de remblais suivant les applications, les renforcements et les parements.

Les sols fins (> 35% d'éléments < 80 µm) et argileux (IP > 25°) ne sont pas recommandés pour des parements de pente supérieure à 70°. Les matériaux comportant moins de 12% d'éléments < 80 µm et dont les éléments les plus gros sont inférieurs à la moitié de l'espacement entre nappe sont utilisables comme matériaux de remblai.

Le matériau de remblai doit être posé par couches et compacté. En l'absence de recommandations particulières, le degré de compactage attendu est égal à 98% de l'OPN standard.

### 5.6 Délimitation

On étudiera si le projet nécessite de procéder à certains ajustements de la construction en fonction des ouvrages existants ou des talus voisins et on en tiendra compte lors de la planification de la mise en œuvre.

### 5.7 Drainage

Il est nécessaire de prévoir un drainage suffisant lors de la planification de la mise en œuvre. L'eau s'écoulant en surface doit être recueillie et évacuée par des conduits d'écoulement en faisant en sorte qu'elle ne passe pas au-dessus du talus de l'ouvrage de soutènement.

### 5.8 Végétalisation

Intégrer en façade un mélange de matériau de remplissage remblai et de sol végétalisable sur une couche de 20 à 30 cm environ (figures 10-11). Faire appel aux services d'un architecte paysagiste pour garantir une végétalisation étendue qui soit adaptée au site et protège la façade des rayons UV. Le mélange de semences et/ou les boutures et plantes grimpantes doivent être choisis en fonction des conditions locales. Nous recommandons une végétalisation extensive et naturelle qui ne demandera pratiquement pas d'entretien après enracinement. L'entretien de la végétation durant et après la phase de végétalisation doit être planifié et effectué par des entreprises qualifiées.

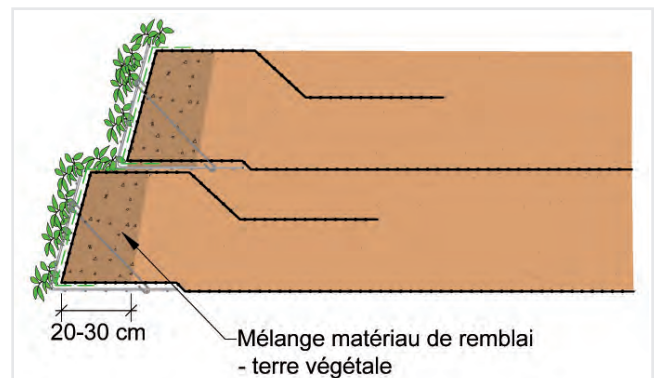


Figure 10: L'endroit permet une végétalisation durable de la partie avant du sol



Figure 11: Ouvrage de soutènement – Solution Fortrac® Nature S – végétalisé.



## Références



- [1] NF EN 1997-1: 2009-09, Eurocode 7, Calcul géotechnique – Partie 1: Règles générales
- [2] NF P94-270: 2009, Calcul géotechnique – Ouvrages de soutènement – Remblais renforcés et massifs en sol cloué.
- [3] NF G38-064: 2010-08, Utilisation des géotextiles et produits apparentés - Murs inclinés et talus raidis en sols renforcés par nappes géosynthétiques – Justification de dimensionnement et éléments de conception.
- [4] NF EN 14475: 2007, Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Remblais renforcés
- [5] NF EN ISO 10300:200, Géotextiles et produits apparentés, identification sur site.
- [6] NF P11-300: 1992, Exécution des terrassements – Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières.
- [7] Les ouvrages en terre armée. Recommandations et règles de l'art. SETRA/LCP





## Étapes de montage mise en oeuvre

- 1) Après avoir réalisé le fond de forme, on dispose et oriente la première rangée de cornières métalliques préformées. Les éléments en grillage métallique doivent se chevaucher latéralement de 10 cm (1 ouverture de maille). Relier éventuellement les éléments et les fixer par exemple avec du fil de ligature.
- 2) Le matelas géotextile de protection contre l'érosion est posé dans le sens longitudinal par rapport au grillage métallique sur une largeur de 1,20 m environ. Il est fixé sur le grillage en laissant un peu de jeu. Rabattre le tapis de 25 cm environ en bas et en haut. On peut enficher un tube fendu sur le treillis avant pour fixer le matelas de protection contre l'érosion et pour empêcher que le retour de nappe de la géogrille ne se prenne dans le grillage.
- 3) La géogrille Fortrac découpée à la longueur souhaitée doit être posée horizontalement et sans plis, avec l'axe de la contrainte de traction principale perpendiculaire à la façade de l'ouvrage. Pour les retours de nappe, il est conseillé de prévoir au moins une longueur de 1,50 m (à moins que les conditions statiques nécessitent une longueur plus importante). Les lés voisins doivent se chevaucher latéralement de 10 cm environ. Éviter impérativement de rouler directement sur les géogrilles.
- 4) Les jambes de force sont accrochées à intervalles réguliers (en les espaçant de 40-50 cm environ). Il est indispensable de prévoir des jambes de force dans les zones périphériques des cornières métalliques. Les crochets sont placés aux points d'intersection des montants longitudinaux et transversaux sur la grille de sol et de façade. Découper pour cela le matelas de protection contre l'érosion et les montants transversaux de la géogrille.
- 5) Le sol végétalisable de la façade et le matériau de remplissage sont déversés à l'avant de l'ouvrage en une première couche de 20 à 30 cm d'épaisseur et compactés. Le compactage doit se poursuivre vers l'arrière en partant de la façade du talus. Utiliser un engin de compactage léger à proximité de la façade du talus. On veillera en outre à ne pas déformer les parements métalliques et les jambes de force lors du compactage. Il est possible d'utiliser des compacteurs (< 12,5 t) en respectant un espacement de 1,50 m au moins par rapport à la façade.
- 6) Le matériau de remblai est ensuite déversé dans la zone avant sur une largeur de 50 cm et compacté jusqu'à obtenir l'épaisseur de couche prévue (entre 40 et 60 cm en règle générale).
- 7) La géogrille est alors rabattue et fixée avec des clous en acier ou du matériau de remblai de telle sorte qu'elle soit tendue au-dessus du sol sans le toucher au niveau du gradin.
- 8) Le matelas géotextile de protection contre l'érosion doit être également rabattu et le reste de la couche de remblai suivante déversé et compacté.
- 9) Les autres éléments du parement métallique doivent être posés de manière décalée selon l'inclinaison souhaitée du talus ou la hauteur de la construction; ne pas les superposer directement.
- 10) Répéter les étapes 1 à 9.





**ivg.**

**HUESKER France SAS**

Rue Jacques Coulaux  
67190 GRESSWILLER  
Tél: +33 3 88 78 26 07  
Fax: +33 3 88 78 26 19  
Courriel: [info@huesker.fr](mailto:info@huesker.fr)  
Internet: [www.huesker.fr](http://www.huesker.fr)

Huesker.fr:



 **HUESKER**  
Ideen. Ingenieure. Innovationen.