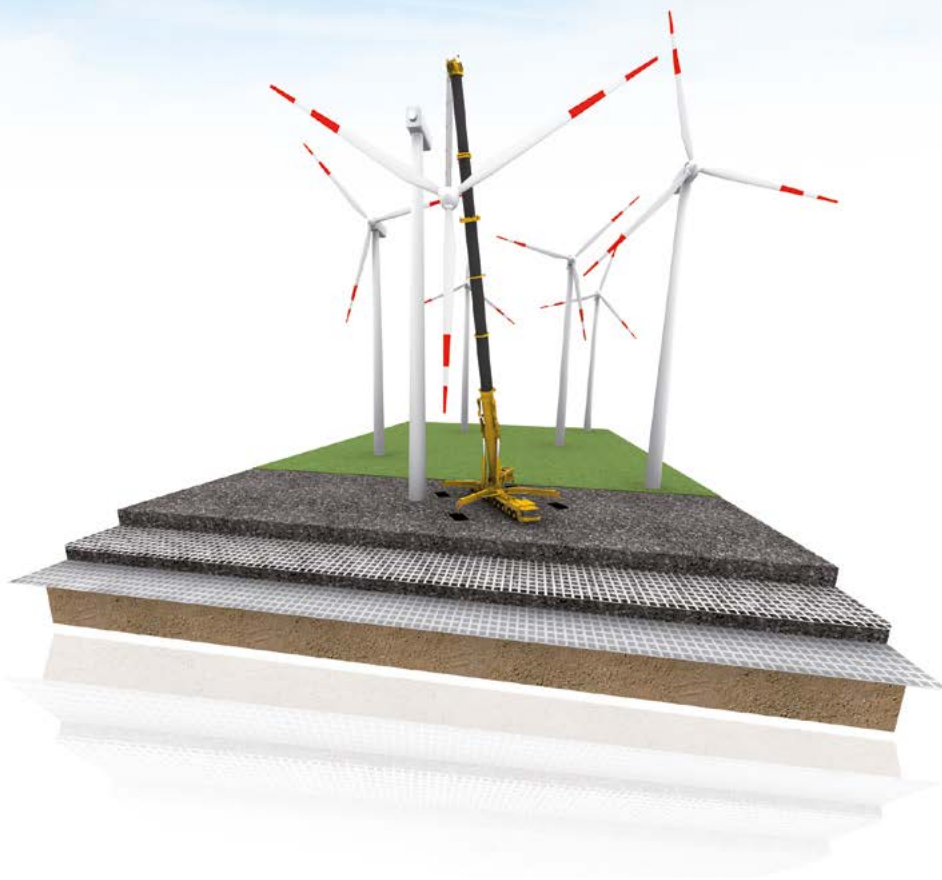


ÉNERGIE ÉOLIENNE RENOUVELABLE ET LES GÉOSYNTHÉTIQUES

 Naue



naue.com



Building on sustainable ground. *

* Construire sur une base durable.



Les géogrilles **Secugrid®** et **Combigrid®** de Naue sont fabriquées à partir d'une technologie d'une nouvelle dimension. L'élément de renforcement est une barre précontrainte en polypropylène (PP) ou polyester (PET) extrudée de façon uniforme et conçue pour atteindre un module et une traction élevés sous faible allongement. Ceci, combiné à la technologie de soudure des barres brevetée par Naue, fait de la géogrille une structure stable et sûre. Les géogrilles Secugrid® sont essentiellement utilisées pour le renforcement des talus et murs de soutènement en remblai renforcé, de la base des remblais sur sols compressibles, plateformes de transfert de charge sur des inclusions rigides et pour la stabilisation des couches de forme granulaires. Combigrid® est un géocomposite multifonctionnel pour la stabilisation et le renforcement de sols, associant une géogrille Secugrid® fabriquée à partir de barres monolithiques aux points de jonctions liés mécaniquement à un géotextile non-tissé de filtration et séparation calandré soudé à l'intérieur de la structure de la géogrille. Il est particulièrement adapté à l'utilisation sur des sols de faibles portance où l'avantage de stabilisation et renforcement est fourni par la géogrille tandis que le composant géotextile non-tissé soudé à l'intérieur de la structure de la géogrille, assure une fonction de séparation et de filtration.





L'énergie éolienne renouvelable

Synthèse de l'énergie éolienne renouvelable et des géosynthétiques

Des parcs éoliens à la biomasse, de la transformation du méthane à l'hydroénergie, les géosynthétiques contribuent à la protection de l'environnement et au rendement et à l'exploitation efficace des sites, permettant ainsi d'atteindre les objectifs de durabilité et de développement responsable dans le monde entier. De 2008 à 2010, les nouveaux investissements dans les énergies renouvelables au niveau mondial ont subi une hausse considérable de 130 milliards USD à 211 milliards USD [1]. Avec un accroissement de près de 40 GW rien que pour 2010, l'éolien affiche l'essor le plus soutenu parmi toutes les énergies renouvelables. Adopté par des pays leaders tels que l'Inde, la Chine, l'Espagne, l'Allemagne ou les États-Unis, son succès est réellement mondial. Nombre de ces projets sont rendus possibles, techniquement et économiquement, grâce à l'utilisation de géosynthétiques dans leur construction. En particulier, les voies d'accès et les plateformes des parcs éoliens sont stabilisées et renforcées par des géogrilles.

Accès au renouvelable : l'énergie éolienne

Les sources d'énergie émettant du gaz à effet de serre, par exemple les combustibles fossiles qui s'épuisent inexorablement, partagent avec les énergies renouvelables propres un défi technique intéressant : généralement, on les retrouve dans des zones et des environnements où leur exploitation est compliquée. L'énergie éolienne, qui est l'une des sources d'énergie renouvelables les plus anciennes et les plus dépendantes, est typiquement difficile d'accès.

Les parcs éoliens modernes exigent un vaste espace pour leur exploitation. En outre, ils requièrent souvent une large zone dégagée supplémentaire que les vents puissants peuvent traverser pour y grossir. De nombreux sites idéaux pour l'éolien sont désormais délaissés en raison des caractéristiques du site qui rendent toute construction délicate.

La clé du développement d'un parc éolien repose souvent sur sa facilité d'accès et sur la stabilité du terrain. Des voies d'accès doivent être construites jusqu'aux plateformes d'éoliennes géantes, et les voies d'accès comme les plateformes doivent être suffisamment stables pour supporter le transport et l'implantation à long terme de ces turbines éoliennes géantes.

Les géosynthétiques de renforcement et stabilisation Naue sont souvent utilisés pour réaliser ces projets.

La force est dans la géo grille

Habituellement, la couche de forme de ces voies d'accès est constituée de remblai concassé assurant la distribution des contraintes issues du trafic. Dans tous les cas, il est important que la résistance au cisaillement du sol support, qui est en général très faible, soit dépassée par celle du remblai.

La solution sûre et durable pour ces sols de faibles portances est la mise en œuvre d'une géo grille Secugrid® ou Combigrigrid® entre le sol support et le remblai (Fig. 1). Les géogrilles Secugrid® et Combigrigrid® de Naue offrent une haute résistance sous faibles allongements, une condition absolue pour la réalisation de ce type d'applications. Les barres précontraintes soudées et de haute ténacité de ces géogrilles

possèdent une résistance homogène qui crée une géo grille bidimensionnelle stable et rigide aussi bien dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. En outre, les barres structurées forment une surface qui améliore les performances de frottement.

Il en résulte des caractéristiques de contrainte-allongement supérieures, en particulier dans l'intervalle d'allongement clé (moins de 2 %) et la Secugrid® montre ici ses performances en résistance.

Les agrégats de la plateforme s'imbriquent dans la géo grille à haute résistance (Fig. 2). Grâce à son excellente rigidité à la torsion, Secugrid® empêche tout mouvement latéral des agrégats. Lorsque des contraintes sont générées par le dessus, les barres Secugrid® répartissent la charge dans l'ensemble du système verrouillé. Non seulement le mouvement latéral des agrégats est restreint, mais le risque de mouvement vertical est également fortement réduit. Ceci est primordial pour le maintien de l'intégrité de la structure de la chaussée.

Étude de cas : parc éolien de Sălbatica, Roumanie

Le parc éolien de Sălbatica est situé sur l'un des meilleurs sites européens pour la production d'énergie éolienne : la région de Dobrogea en Roumanie. Ses terres à perte de vue subissent des vents puissants et constants. L'exploitant du site, une entreprise italienne qui compte plusieurs installations dans le monde, prévoit une production d'énergie renouvelable à hauteur de 500 MW en Roumanie.

À son premier stade, le site de Sălbatica a vu se construire 35 turbines. Trente-cinq autres ont été installées dans un second temps, chacune générant une puissance de 2 MW. Actuellement, la production annuelle du site atteint 85,5 millions de kWh/an, ce qui permet d'alimenter 29 000 foyers. D'un point de vue environnemental, la diminution de l'empreinte carbone est impressionnante : si la puissance produite par le site de Sălbatica provenait de sources traditionnelles, ces dernières auraient émis 48 000 tonnes de CO₂ par an.



Fig. 1 Coupe schématique d'une voie d'accès dans un parc éolien



Fig. 2 Illustration de l'effet de verrouillage (interlocking) sous un fourgon de 2,2 t

[1] Global Wind Report Annual Market Update 2010 [publié en avril 2011 par le Global Wind Energy Council] ; Global Status Report, publié par le Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21).

Étude de cas : parc éolien de Whitelee, Eaglesham Moor, Écosse

Situé à juste 17 km de Glasgow, la deuxième plus grande ville d'Écosse, le parc éolien de Whitelee situé à Eaglesham Moor et occupant 5,5 ha s'est imposé comme l'un des plus grands sites de production d'énergie renouvelable de tout le Royaume-Uni. Avec ses 140 turbines, le site est capable de produire 322 MW, suffisamment pour alimenter 180 000 foyers.

Pourtant, les sols de la région sont un véritable défi pour la réalisation de telles constructions ; ils peuvent atteindre des profondeurs de 7 m et être recouverts d'un till glaciaire de 2 à 3 m. Environ deux tiers du site reposent sur ces types de sols et ne sont pas capables de supporter des fondations gravitaires classiques en béton destinées à accueillir les semelles.

Dans certaines zones, les sols étant si problématiques que la couche de tourbe s'effondrait pendant le creusement des fondations semelles. Tandis que les problèmes géotechniques des socles de turbine étaient gérés par différentes tailles d'éléments béton, des travaux sur pieux et d'autres méthodes, les voies d'accès étaient, quant à elles, construites à l'aide de plusieurs géosynthétiques.

Le volume de tourbe a nécessité la construction de chaussées avec séparation par géotextile et stabilisation et renforcement par une géogrille. Le personnel sur site a raconté que certaines zones étaient tellement molles qu'après avoir rompu la croûte de surface, ils ont observé des tassements de 2,5 m.

Le renforcement par géosynthétique était indispensable pour que ces routes puissent être réalisées de manière économique.



Fig. 3
Mise en œuvre du remblai sur Secugrid® de Naue

Des géogrilles Secugrid® 40/40 Q1 de Naue ont donc été installées à des intervalles de 200 mm sur la couche de base mesurant 600 mm d'épaisseur (Fig. 3).

Puis des géogrilles Secugrid® 30/30 Q1 ont été placées par-dessus.

Ces deux types de Secugrid® de Naue sont conçus pour assurer une haute résistance, un module élevé, une excellente interaction avec le remblai et pour des performances sur le long terme. Livrés sous forme de rouleaux faciles à installer et très robustes (pour que l'installation et les autres activités de construction et procédures de manutention n'endommagent pas les géogrilles avant qu'elles ne soient placées pour fonctionner comme prévu), les Secugrid® ont permis aux ouvriers du site de construire plus de 1,5 km de route par semaine. En un mois, le site était prêt à accueillir l'installation de turbines à grande échelle (Fig. 4).

« Tout ce qu'apporte le vent est transformé en énergie. »



Fig. 4
Phase finale du parc éolien avec des zones renforcées avec Secugrid®

Au total, ce sont plus de 1,4 million de m² de géosynthétiques qui ont été installés. Le site d'Eaglesham Moor est aussi devenu une destination nature appréciée. Un centre d'accueil des visiteurs a été construit, l'accès au site est gratuit et les visiteurs peuvent prendre part à une exposition interactive. Plus de 70 km de chemins ont été créés sur ce parc éolien remarquable.

Avantages économiques et environnementaux

Près de 40 % de la consommation d'énergie mondiale et des émissions de gaz à effet de serre sont associés à l'industrie de la construction qui détient là une formidable incitation à l'amélioration et à la conception de solutions plus durables.

Le groupe Naue est engagé dans la protection de l'environnement. Nos techniques de fabrication et nos solutions techniques sont élaborées afin d'offrir à nos clients des avantages économiques et environnementaux.

Les produits Secugrid® et Combigrid® de Naue forment la génération de géogrilles la plus récente, et leur utilisation permet de fortement diminuer les besoins en ressources naturelles telles que le remblai habituel utilisé dans la construction.

Par un exemple, pour un sol support meuble (CBR 0,5 %) et une capacité de portance à atteindre de CBR 15 % à la surface de la chaussée, il faudrait une couche de 90 cm en agrégats concassés pour atteindre la capacité de portance souhaitée sans renforcement par géogrille (Fig. 5).

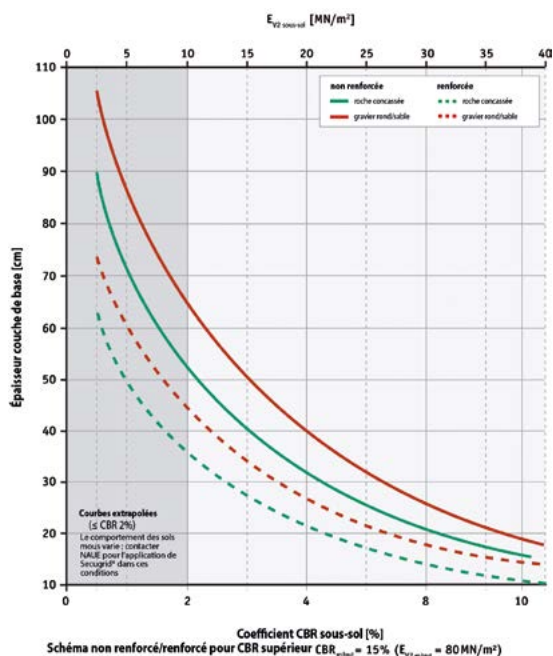


Fig. 5 Diagramme pour agrégats concassés et couche de forme en gravier, non renforcée et renforcée avec Secugrid®

Si on installe une géogrille Secugrid® 30/30 Q1 au-dessus du sol support meuble afin de stabiliser et renforcer le sol, il ne faudrait que 63 cm d'agrégats concassés pour atteindre la même capacité de portance (Fig. 5). Pour un projet routier complet d'une surface de 30 000 m², les économies atteintes en coûts et en matériaux granulaires pour la couche de forme sont considérables. De plus, les géogrilles Secugrid® peuvent être livrées en un seul camion.

Le volume de remblai économisé sur ce projet grâce à l'utilisation de la géogrille atteint 8 100 m³ (14 580 t), ce qui représente le chargement d'environ 608 camions. Les économies estimées sont toujours liées aux conditions du projet, mais dans ce type de cas, les économies potentielles grâce au renforcement de la couche de forme par Secugrid® peuvent atteindre plusieurs centaines de milliers d'euros.

Utiliser Secugrid® de Naue est une décision qui a permis de limiter considérablement les besoins en remblai et de réduire le temps consacré à la construction, ce qui diminue également les coûts. De plus, elle a évité une importante pollution par la quantité non émise de CO₂ par les engins de construction et lors de l'extraction et la transformation du matériau de remblai. Par conséquent, renforcer le sol avec Secugrid® est bien plus économique et écoresponsable qu'une stabilisation à la chaux (Fig. 6), par exemple.

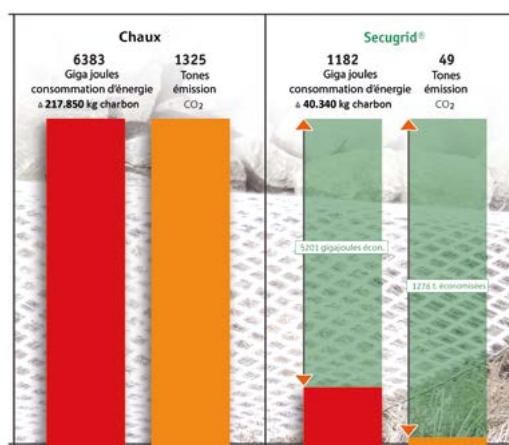


Fig. 6 Économies pour l'environnement calculées sur la base de l'énergie cumulée et de la consommation de CO₂ lorsqu'on effectue une comparaison entre le renforcement du sol avec Secugrid® et la stabilisation à la chaux (projet : chemin vicinal K34, Aix-la-Chapelle, Allemagne)

Pour les parcs éoliens qui requièrent de grands espaces et qui sont souvent construits sur des sols mous ou des sols qui nécessitent d'être renforcés afin de supporter le poids des turbines, les économies peuvent être conséquentes.

Dans la plupart des cas, les mesures supplémentaires coûteuses et importantes comme la réalisation de fondations sur des inclusions rigides pour soutenir en toute sécurité les plate-formes de travail soutenant les grues peuvent être remplacées par des plate-formes de travail renforcées par géogrille. Le renforcement avec les géosynthétiques permet d'exploiter le terrain plus efficacement, car il perturbe moins le terrain et les besoins en remblai sont réduits. Les routes et les plates-formes de grues renforcées par Secugrid® de Naue sont plus résistantes et les installations ont une durée de vie plus longue, alors que les intervalles de maintenance sont réduits. L'empreinte carbone des activités liées à la construction est considérablement réduite. 5



Secugrid® Renforcement des sols - Renfort technique

Secugrid®

Les géogrilles Secugrid® de Naue sont fabriquées à partir de barres en polypropylène (PP) ou en polyester (PET) de haute qualité qui sont solidement soudées entre elles afin de former une géogrille à la structure résistante et stable.

Les barres de renforcement de Secugrid® sont extrudées et précontraintes de manière uniforme, ce qui leur confère une haute résistance à la traction à de faibles déformations. La surface structurée de ces barres augmente les propriétés de frottement, ce qui permet aux matériaux de fine granulométrie de transférer les charges à la Secugrid®.

Cet exceptionnel comportement en contrainte-déformation à un faible allongement est essentiel pour réduire la déformation des routes et améliorer les performances sur le long terme des couches supérieures de chaussées (Fig. 7).

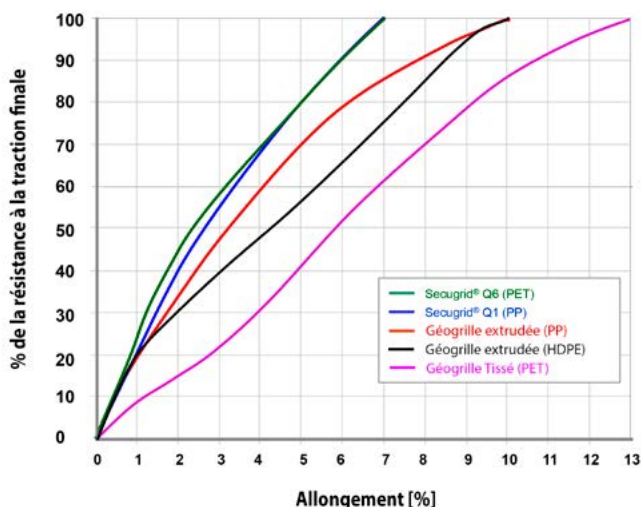


Fig. 7 Courbes contrainte-déformation typiques pour Secugrid® et pour les géogrilles disponibles sur le marché

Sous l'effet des contraintes appliquées à la surface de la route, les agrégats s'imbriquent dans les mailles de la géogrille Secugrid®.

La rigidité élevée de Secugrid® crée une excellente stabilité des mailles afin de supporter une couche d'agrégat et d'empêcher la dispersion latérale du remblai.

La haute résistance à la torsion du Secugrid® offre une plus grande résistance aux mouvements de torsion, de sorte que la couche d'agrégats intercalés reste confinée non seulement latéralement, mais aussi verticalement. La résistance à la traction radiale à faible allongement prévient les déformations de la couche de forme et préserve la surface renforcée de la chaussée.

La capacité de portance de la chaussée est améliorée. Les besoins en maintenance sont fortement réduits et la durée de vie de la route est prolongée.

Des essais indépendants ont démontré l'impact positif de l'importante rigidité radiale de Secugrid® (Fig. 8) comparée aux produits similaires disponibles sur le marché pour les couches de forme.

Naue fabrique son produit Secugrid® dans différentes résistances à la traction, aussi bien courantes que plus spécifiques à un projet pour répondre aux exigences de conception et de spécification propre à l'ouvrage. L'installation facile sur le site et la haute résistance aux dommages à l'installation viennent compléter la qualité des performances des géogrilles Secugrid® de Naue.

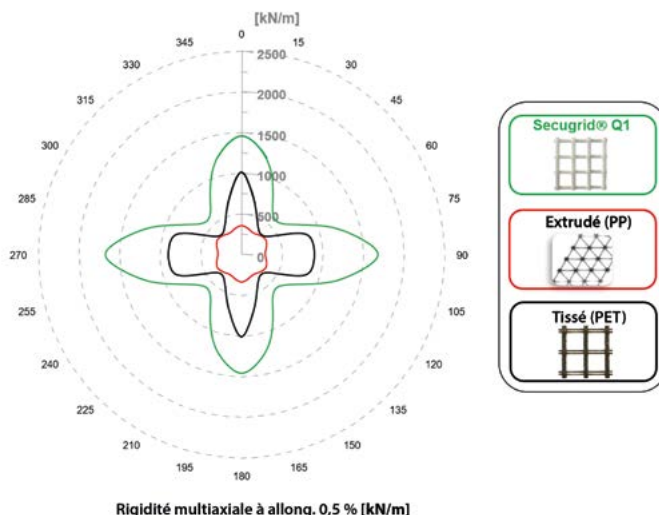


Fig. 8 Résistance à la contrainte-déformation radiale de Secugrid® et d'autres géogrilles à un allongement de 0,5 %

Combigrid® La solution pour les sols mous



Combigrid®

Parfois, le renforcement seul ne suffit pas. Des fonctions techniques supplémentaires peuvent être nécessaires avec la couche de renforcement, par exemple la séparation, la filtration et le drainage. Combigrid® de Naue combine toutes ces fonctions en un seul produit. C'est un géocomposite associant une géogrille Secugrid® au géotextile non-tissé aiguilleté Secutex®.



Fig. 9

Renforcement d'une couche de forme avec Secugrid® et Combigrid® (en bas)

Le géotextile est solidement soudé entre les barres de renforcement. En plus du renforcement apporté par la géogrille, le géotextile apporte un support exceptionnel pour la stabilisation des sols, et les fonctions de séparation et de filtration. Le processus de fabrication unique permet d'obtenir un comportement de verrouillage équivalent à celui de Secugrid®.

La combinaison particulière des caractéristiques de séparation, de filtration et de drainage permet à Combigrid® d'être habituellement utilisé sur des sols dont la valeur CBR est inférieure à 3 %. Les domaines d'application typiques

sont le renforcement et stabilisation des couches de forme, les plateformes de travail, les voies d'accès temporaires, les routes non revêtues et les tranchées de pipelines.

Des essais réalisés en laboratoire à grande échelle aux États-Unis afin de simuler le trafic sur une couche de forme non renforcée ont démontré la formation d'ornières de 75 mm de profondeur au bout de 20 cycles de charge dus au passage du trafic, alors qu'avec une géogrille Secugrid®, il a fallu 540 cycles pour parvenir au même résultat. Cependant, avec Combigrid® de Naue (Fig. 10), la même profondeur d'ornière provoquée par les véhicules n'avait pas été atteinte même au bout de 100 000 cycles.

Déformation permanente : CBR = 1% ($c_u = 30\text{kPa}$), Charge de roue = 9 kilopounds (40 kN)

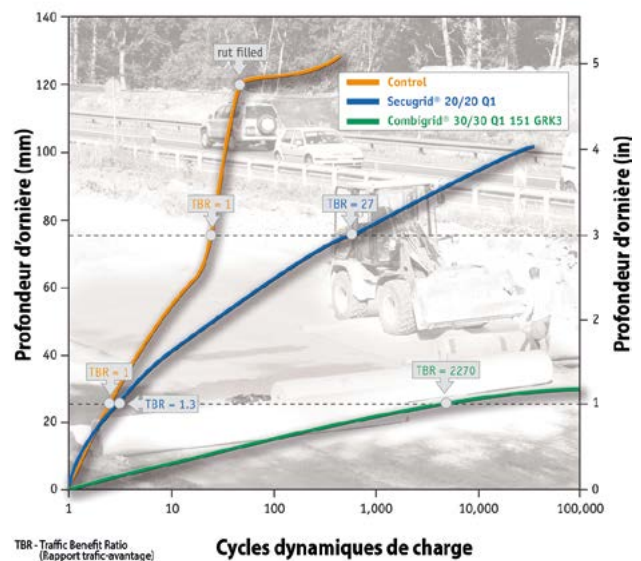


Fig. 10

Rapport Trafic-Bénéfice (TBR) de l'utilisation de Combigrid® et de Secugrid® sur un sol-support très mou, comparé à une structure témoin non renforcée, lors d'un essai à grande échelle en laboratoire

Avantages de Secugrid® et de Combigrid®

- Très haute résistance à de faibles déformations
- Effet d'imbrication immédiat
- Bonne liaison par frottement aux sols à grains fins grâce aux surfaces texturées des géogrilles
- Haute stabilité des mailles
- Haute rigidité radiale
- Résistances uniaxiales des géogrilles pouvant atteindre 400 kN/m
- Disponible en association avec le non-tissé Secutex® de Naue (Combigrid®)
- Faciles et rapides à installer
- Haute résistance aux dommages à l'installation
- Fabriqués à partir de barres extrudées en PET ou en PP uniformes
- Haute résistance aux attaques biologiques et chimiques
- Certification ISO 9001
- Marquage CE

Certification du groupe Naue



Combigrid®, Secugrid® et Secutex® sont des marques déposées de Naue GmbH & Co. KG dans plusieurs pays.
Les informations figurant dans le présent document se réfèrent aux produits Naue et correspondent à nos connaissances actuelles.
Celles-ci ne sauraient engager la responsabilité de Naue GmbH & Co. KG.
© 2023 par Naue GmbH & Co. KG, Espelkamp, Allemagne · Tous droits réservés · No. 00915 · Etat 26.04.2023

naue.com