

# Les géosynthétiques pour l'ingénierie marine et hydraulique



marine & hydraulique



Ten Cate Nicolon

# L'érosion en ingénierie marine et hydraulique

ÉROSION ET EFFONDREMENT CONSÉCUTIF D'UNE STRUCTURE DE REVÊTEMENT

Les environnements hydrauliques et marins sont soumis à l'érosion qui est causée par l'action des vagues, marées, courants et autres mouvements des eaux. Les conséquences de l'érosion peuvent aller d'une simple perte de surface de sol à l'affouillement et l'effondrement de structures. Pour éviter l'apparition de l'érosion, une variété de mesures préventives est utilisée pour réduire les forces de l'eau pouvant agir sur des structures érodables. Généralement, ces mesures font parties de l'une des trois catégories:

- des mesures géométriques, où la forme de la structure est modifiée pour réduire les forces de l'eau sous un seuil minimum.
- des mesures de stabilité, où la structure exposée est protégée contre l'érosion par la stabilisation du sol érodable. Les exemples incluent l'incorporation de revêtements, et cetera.
- des mesures externes, où la structure exposée est protégée contre l'érosion par l'apport d'une structure de protection placée à une certaine distance. Les exemples incluent les brise-lames sous-marins, et cetera.

La mesure de stabilisation la plus classique est la mise en œuvre d'une couche de protection pour prévenir l'érosion. La couche de protection doit avoir une stabilité interne suffisante pour résister aux forces d'érosion générées par l'eau tout en protégeant en même temps le sol support

érodable. Elle est composée généralement de couches d'enrochement, de blocs béton, de pavages, et cetera. Ces types de matériaux sont idéaux pour assurer la protection contre l'érosion du fait qu'ils peuvent être installés selon une large gamme de dimension ; ils sont souples et peuvent s'adapter au sol support; ils sont hautement perméables, ce qui permet à la pression hydraulique d'être dissipée rapidement.

Lorsque des enrochements, des blocs de béton ou des pavages sont utilisés pour la protection contre l'érosion, il est essentiel de s'assurer que le sol support à protéger ne puisse pas s'éroder aux travers des pores de la couche de protection. Des couches granulaires multiples peuvent être nécessaires sous la couche d'enrochement principale pour éviter l'érosion du sol support. Ceci peut compliquer la construction de la structure de protection contre l'érosion car il peut être difficile de mettre en œuvre ces différentes couches de matériaux

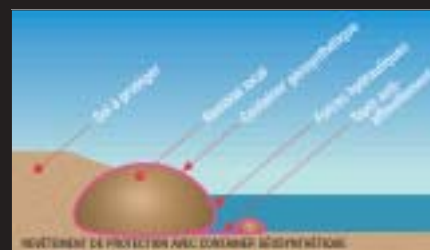
granulaires de manière correcte et économique, notamment sous l'eau.

Les filtres géosynthétiques sont utilisés pour remplacer les couches de matériaux granulaires dans les structures de protection contre l'érosion. Le filtre géosynthétique est posé sur le sol à protéger pour éviter l'érosion de ce sol. Par ailleurs, le géosynthétique de filtration lui-même est une couche continue, et de ce fait, il ne peut être érodé au travers de la couche de protection. Ceci permet à un simple filtre géosynthétique de remplacer une ou plusieurs couches granulaires dans une structure de protection contre l'érosion. Les filtres géosynthétiques sont hautement perméables et ils peuvent de ce fait être utilisés pour protéger et filtrer une large gamme de sol.

Dans de nombreux cas, les forces érosives causées par l'eau ne sont pas sévères ou sont intermittentes, mais si elles persistent dans le temps, le résultat est la ruine de l'ouvrage. Dans ces cas, l'utilisation d'enrochement ou de blocs béton ne donne pas de garanties, ou n'est pas autorisée d'emploi pour des raisons esthétiques ou d'autres raisons fonctionnelles. Une solution consiste à utiliser un géotextile de filtration pour confiner le sol local pour éviter son érosion. Le container géosynthétique agit comme une peau robuste empêchant les pertes du sol contenu. Le confinement par géosynthétique peut être utilisé comme solution pour une large gamme de problèmes d'érosion.



REVÊTEMENT AVEC DES ENROCHEMENTS ET MATÉRIEAUX GRANULAIRES FILTRANTS ET AVEC UN GÉOSYNTHÉTIQUE DE FILTRATION



REVÊTEMENT AVEC DES ENROCHEMENTS ET UN FILTRE GÉOSYNTHÉTIQUE ET AVEC UN GÉOSYNTHÉTIQUE DE CONFINEMENT

# Les solutions utilisant les géosynthétiques Geolon®

Les géosynthétiques Geolon ont été conçus pour apporter les solutions idéales aux problèmes de contrôle d'érosion. Ils retiennent le sol protégé et permettent une dissipation rapide des pressions hydrauliques excédentaires. Depuis plus de 40 ans, Geolon a été utilisé dans de nombreux projets en application marine et hydraulique dans le monde entier.

## Géosynthétiques Geolon pour le contrôle de l'érosion des filtres

Geolon est utilisé comme filtre dans une large variété de structures maritimes et hydrauliques. Dans ce type d'application, le géosynthétique est utilisé pour remplacer différentes couches de filtres granulaires. Le filtre Geolon protège le sol de l'érosion, ce qui assure une structure stable et sûre. Lorsque Geolon est utilisé comme filtre contre l'érosion, Geolon est placé entre le sol support et les couches d'encrochements ou de blocs béton. Ces filtres ont été mis au point spécifiquement pour être robuste mécaniquement et pour résister aux contraintes mécaniques imposées pendant la mise en œuvre; pour avoir des pores suffisamment petits pour empêcher la migration

des sols protégés; pour avoir une perméabilité élevée permettant de dissiper rapidement les pressions hydrauliques. Ces qualités font du filtre Geolon la solution idéale pour de nombreuses applications en filtration pour le contrôle de l'érosion.

## Les géosynthétiques Geolon pour le confinement des sols

Geolon est également utilisé pour le confinement des sols pour une variété de structures maritimes et hydrauliques. Dans ce type de technique, le sol local est placé dans le container géosynthétique qui procure une peau de protection empêchant la perte des sols contenus. Selon les applications, les containers Geolon sont fabriqués selon l'une des trois

formes de base suivantes: structures longues et tubulaires - Geotube; structures sous-marines de large volume - Geocontainer; et sacs de petit volume - Geobag.

Geotube est installé sur site puis rempli hydrauliquement avec du sable. Il est construit à sec ou à profondeur raisonnable. Geocontainer est une structure cylindrique où le matériau de remplissage est mis à l'intérieur du container géosynthétique puis transporté par barge à clapet et installé sous eau à l'emplacement final de l'ouvrage. Geobag est un élément individuel rempli avec des matériaux sur ou à proximité de l'emplacement de l'ouvrage.



GÉOSYNTHÉTIQUES GEOLON COMME FILTRE POUR LE CONTRÔLE DE L'ÉROSION SOUS REVÊTEMENTS



GÉOSYNTHÉTIQUES GEOLON COMME CONTAINER DE MATÉRIEAUX EN REVÊTEMENT



TROIS TYPES DE CONTAINERS GEOLON: GEOTUBE, GEOCONTAINER ET GEOBAG



# Application: les revêtements



Les revêtements sont des protections de berge appliquées sur la surface des sols pour éviter leur érosion. Ils sont conçus de telle sorte que leur face exposée résiste aux forces de l'eau qui causeraient normalement l'érosion, ce qui permet d'assurer la stabilité des sols sur la berge.

Généralement, les revêtements peuvent être divisés en deux catégories dépendant du type de matériaux utilisés lors de la construction – des revêtements 'durs' ou des revêtements 'souples'. Les revêtements 'durs' utilisent une couche de protection constituée de blocs d'enrochements et/ou de béton alors que les revêtements souples utilisent comme couche de protection des matériaux fins, ou de la végétation en combinaison avec un géomat. L'intérêt pour les solutions de revêtements souples a augmenté du fait de leur nature esthétique et environnementale.

## Revêtements 'durs' avec les géosynthétiques Geolon

Les revêtements utilisant des couches de protection inertes sont les formes de revêtements les plus classiques. Ces revêtements 'durs' sont utilisés pour traiter de larges problèmes d'érosion allant de la protection des berges de cours d'eau, canaux, rivières, à la protection des ports et aux protections côtières. Les revêtements durs permettent à la couche de protection supérieure de dissiper les forces agressives de l'eau qui sont la cause de l'érosion, du fait de leur masse et de leur géométrie. La plupart des



revêtements durs sont perméables, ce qui a pour conséquence de permettre de réaliser un système de protection contre l'érosion efficace car les forces de l'eau sont réduites significativement et les pressions d'eau sont dissipées rapidement sans déstabiliser le sol support protégé. Pour parvenir à cela, le filtre

Geolon est utilisé à l'interface sol support et revêtement. Un grand nombre de systèmes de couverture peut être utilisé pour réaliser ces revêtements durs perméables. Les trois plus communs sont les enrochements, les gabions et les matelas, ainsi que les pavages béton.

## Revêtements "souples" avec les géosynthétiques Geolon

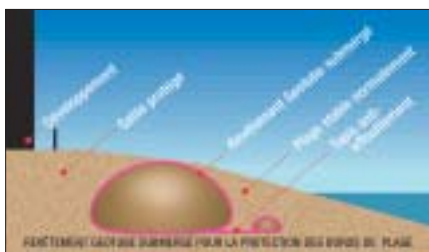
Les revêtements souples utilisent en général les matériaux locaux, en particulier le sol local, en tant que composant principal du système de revêtement. Dans ce cas, l'érosion du sol local est évitée par l'emploi d'un géosynthétique de protection et / ou de la végétation. Les revêtements souples sont aussi recommandés pour intégration à l'environnement local pour être esthétiquement plaisant. Les revêtements souples sont favorisés dans des applications telles que les protections de plages lorsqu'il faut éviter des érosions importantes de la plage lors des périodes de tempêtes. En n'utilisant pas les enrochements ou le béton, les solutions de revêtements souples permettent de maintenir les qualités esthétiques de la plage tout en protégeant les utilisateurs de la plage. Dans beaucoup de cas, pour augmenter les qualités naturelles de la plage, le revêtement doit être recouvert dans la plage, de telle sorte qu'il ne soit pas visible pendant les utilisations classiques de la plage mais agisse comme une ligne de protection pendant les périodes de fortes

tempêtes. Les matériaux de la plage sur la face exposée du revêtement submergé sont normalement érodés pendant la tempête pendant que les matériaux derrière le revêtement sont protégés. Après la tempête, le sable de la plage côté exposé du revêtement est ensuite remis en place naturellement ou artificiellement.

La structure Geotube est particulièrement efficace pour les revêtements submergés pour la protection des pieds de plage. Ici, le tube est installé et recouvert avec du sable pour donner l'aspect d'une plage naturelle. Lors du passage d'une tempête, seul le sable sur Geotube peut être érodé, et de cette façon, toutes les structures à l'arrière restent protégées. Après la tempête, le sable de la plage peut se remettre en place naturellement à nouveau, où il peut être déposé artificiellement pour reconstituer la plage naturelle.

Dans certains cas, un revêtement utilisant une combinaison de protection dure et souple peut être nécessaire, par exemple lorsqu'une rivière ou un canal est sujet à des crues occasionnelles. Les protections dures sont installées le long du revêtement bas jusqu'au niveau des eaux classiques alors que la protection souple est installée au-dessus de cette ligne d'eau. Pour cette application, la protection souple peut être réalisée en utilisant un matelas Robulon® qui protège le sol de l'érosion et favorise le développement de la végétation pour le renforcement de la berge exposée. Un exemple de cette application technique est montré dans le schéma et les photos ci-joints. La première photo montre la combinaison de revêtement immédiatement après la pose. Le revêtement en dur en gabion

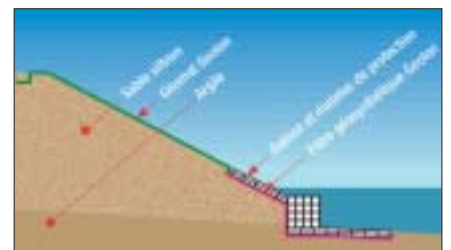
est localisé le long de la partie basse et le matelas souple Robulon est posé sur la partie supérieure. La deuxième photo montre la structure de revêtement quelques temps après la mise en œuvre de la végétalisation le long de la partie supérieure.



GEOTUBE UTILISÉ COMME REVÊTEMENT SUBMERGÉ POUR LA PROTECTION D'UN FRONT DE PLAGE



REVÊTEMENT DE PROTECTION GEOTUBE SUBMERGÉ PENDANT UNE TEMPÊTE



COMBINAISON D'UN REVÊTEMENT LÉGER ET LOURD UTILISÉE POUR LA PROTECTION DES BERGES DE COURS D'EAU



# Application: protection de lit d'ouvrage hydraulique



Dans les zones de courants restreints, la vitesse de l'eau augmente et crée une concentration de turbulence sur la section la plus étroite. Souvent, des affouillements apparaissent du fait des turbulences qui provoquent le lessivage des matériaux fins sous l'effet des courants importants.

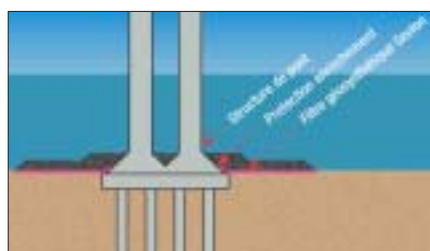
Traditionnellement, des couches d'enrochements ou des matelas remplis d'enrochements ont été utilisés pour protéger la rivière ou son lit. Dans certains cas, si des enrochements économiques ne sont pas

disponibles, des systèmes de blocs de pavés béton peuvent être utilisés comme couche de protection. Pour prévenir l'érosion du lit de la rivière, le filtre Geolon est placé dans le lit préalablement à la pose des couches de

matériaux de protection.

Des turbulences peuvent également apparaître au niveau des fondations de pont dans les rivières, les lits de cours d'eau ou de canaux, ce qui peut provoquer des affouillements au droit des piles de pont. Cet affouillement peut miner les piles de pont et peut provoquer jusqu'à l'effondrement de l'ouvrage. Dans les cas de risque d'affouillement, il est nécessaire de prendre des mesures de protection du lit autour des piles de pont. Cette protection entraîne normalement la mise en place d'enrochement, ou de matelas en gabion remplis de petits enrochements dans la zone concernée.

Dans le cas de canaux et rivières navigables, la mise en œuvre de protection en enrochement n'est en principe pas autorisée du fait de risque d'endommagement des bateaux, et c'est pourquoi des techniques de protection et de matériaux alternatives doivent être proposées.



LIT DE COURS D'EAU ET DE RIVIÈRE UTILISANT LES FILTRES GÉOSYNTHÉTIQUES GEOLON

PROTECTION DE LIT AUTOUR DE PILES DE PONT UTILISANT LES FILTRES GÉOSYNTHÉTIQUES GEOLON

# Application: création de terres artificielles

Pour créer des terres artificielles prises sur la mer, il est commun de construire d'abord un système de confinement ou une digue tout autour de la zone concernée. Les sols ou le sable sont ensuite déversés à sec ou pompés hydrauliquement dans la zone confinée pour créer une zone sèche. La fonction du système de confinement ou digue est d'empêcher la perte du sol remblayé dans l'eau qui entoure l'ouvrage. La nature du système de confinement est légèrement différente selon le cas en fonction de la profondeur importante ou non du niveau d'eau.

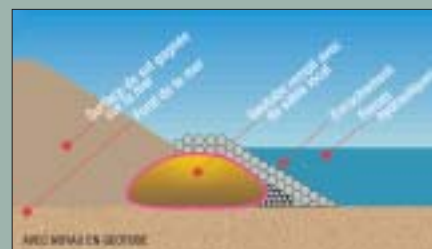
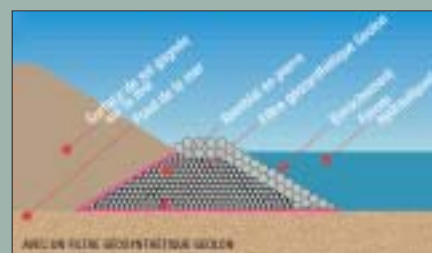
Dans le cas de création de terres artificielles dans des zones relativement profondes, la dimension du système de confinement sera plutôt large et nécessitera deux ou trois couches pour permettre à la structure d'atteindre sa hauteur complète. Communément, le système consiste en un

remblai d'enrochement déposé sur un filtre géosynthétique Geolon posé sur la base du remblai et côté intérieur du remblai. Le rôle de ce filtre est d'éviter la perte des remblais au travers des enrochements et l'érosion du lit supportant les enrochements. Le filtre peut également éviter la perte des enrochements dans le sol support si celui-ci est mou. Pour permettre une protection permanente, il sera nécessaire de rajouter une couche d'enrochements supplémentaire du côté extérieur selon le niveau d'agression de l'eau sur la structure. Si les enrochements sont chers, la base du système peut être réalisée en utilisant des structures Geocontainer. Ces structures peuvent utiliser le sable local comme matériau de remblai, ce qui permet de réduire le coût de l'ouvrage de confinement. Près de la surface, lorsqu'il n'est plus possible d'installer les éléments Geocontainer, une digue de confinement complémentaire doit être construite sur les ces éléments. A nouveau, un filtre Geolon est placé côté intérieur de la digue pour éviter l'érosion des matériaux de remblai mis en œuvre derrière la digue. Lorsque les terres artificielles sont construites dans des eaux peu profondes, la digue de confinement est construite normalement en une seule étape. Communément, la digue de confinement est

constituée d'un remblai posé sur un filtre Geolon sur la base de la digue et côté intérieur. Une structure alternative Geotube peut être utilisée pour la réalisation de la digue en utilisant du sable local comme matériau de remplissage. Geotube est installé in situ selon la hauteur et les dimensions requises pour la digue de confinement. Pour assurer la protection permanente, une couche d'enrochement peut être placée sur celui-ci.



TECHNIQUE D'ASSÈCHEMENT EN EAU PROFONDE



TECHNIQUE D'ASSÈCHEMENT EN EAU PEU PROFONDE

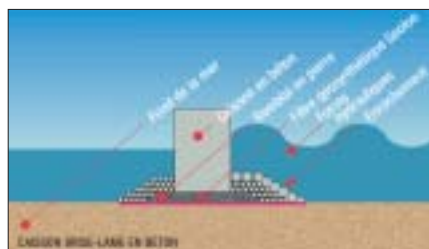


# Application: brise-lames

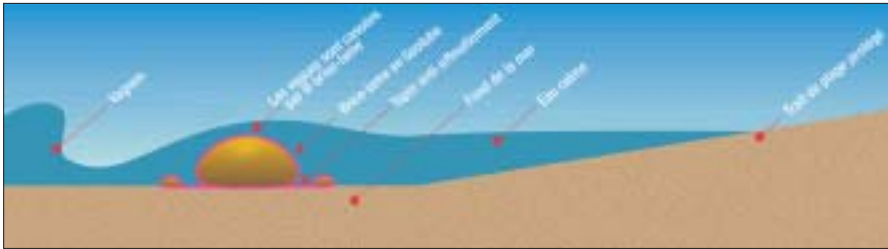


Les brise-lames sont des structures marines permettant la protection d'une surface donnée contre les effets de la houle. Les brise-lames peuvent être utilisés pour protéger une zone d'amarrage, pour éviter ou prévenir l'envasement des estuaires, ou pour éviter l'érosion du littoral.

Il y a principalement deux types de structures de brise-lames, les brise-lames en enrochements et les brise-lames en murs béton. Les brise-lames en enrochements sont constituées de couches d'enrochement et dispose d'une face talutée. Les brise-lames en murs béton consistent à placer des caissons en béton qui ont en conséquence une face verticale. Dans les deux cas, un filtre Geolon est posé sur le sol support avant la construction du brise-lame. Dans ce cas, le rôle premier du filtre est d'empêcher l'érosion du support et l'affouillement sous le brise-lame. Pour faciliter l'installation sur le fond marin, le filtre Geolon est







#### GEOTUBE POUR BRISE-LAMES SOUS-MARINS

fréquemment préfabriqué sur site sous la forme d'une structure de matelas fascine. Cette technique nécessite la fabrication des filtres géosynthétiques en nappes larges à terre sur lesquelles on vient attacher des fascines ou des bambous sous formes de grilles. Le matelas ainsi construit est ensuite mis à l'eau et amené par flottaison sur la zone et coulé sur le fond marin. Cette technique permet d'installer de manière efficace et économique un filtre sur un fond marin.

Des brise-lames peuvent être construits pour éviter l'érosion des plages et du littoral du fait de la houle. Dans ce type de cas, les brise-lames sont des structures submersibles qui obligent les vagues à se briser, ce qui leur fait perdre beaucoup d'énergie. Les vagues brisées ne disposent pas de l'énergie suffisante pour éroder la plage ou le littoral et le trait de côte peut même s'agrandir du fait du ré engraissement naturel.

Lorsque l'eau est peu profonde, des éléments Geotube peuvent être utilisés pour constituer la structure du brise-lame au large. Les dimensions de Geotube sont définies de sorte que la hauteur de remplissage permette de casser la houle et d'éviter qu'elle ne dépasse la structure. Au bout d'un certain temps, la végétation marine se développe à la surface du géosynthétique servant d'enveloppe au tube, ce qui permet d'assurer une protection

complémentaire.

Les avantages des éléments en Geotube sont des coûts peu élevés du fait du remplissage par le sable local; Geotube est une solution douce parce qu'aucun enrochement n'est nécessaire pour le brise-lame; et le tube ne provoquera aucune blessure aux personnes.

Des récifs artificiels, comme les brise-lames au large, sont utilisés pour dissiper l'énergie des vagues avant qu'elles n'atteignent la côte. Par ailleurs, ils peuvent être utilisés pour rediriger la force des vagues dans une direction favorable, ce qui stabilisera le trait de côte du sable de la plage. Les récifs artificiels sont des structures plus substantielles que les brise-lames et nécessitent d'être constamment immergés à toutes les marées. Lorsque ces types de récifs sont construits à proximité de plages populaires, la priorité sera donnée à la sécurité des personnes. Ceci a amené à l'adoption de solutions douces pour la construction de récifs artificiels dans ce type d'endroit.

Les récifs artificiels peuvent être construits en utilisant des structures Geobag, des éléments Geocontainer ou une combinaison des deux. Ces techniques de confinement offrent une solution "douce" où les éléments évoqués précédemment peuvent être adaptés pour répondre à des spécifications précises et des critères d'installation.



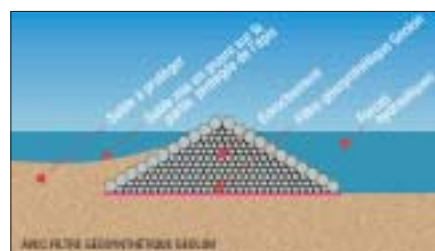
CONSTRUCTION DE RÉCIF ARTIFICIEL UTILISANT GEOBAG ET GEOCONTAINER

# Application: les épis



Les épis sont des structures qui sont installées perpendiculairement à la côte et qui interceptent les sédiments transportés dans les zones créées. Tout en évitant l'érosion des plages, les épis facilitent le dépôt du sable en diminuant les vitesses de l'eau.

Conventionnellement, les épis consistent en un remblai en enrochement, ou des pieux en bois ou des palplanches métalliques. Pour



ENROCHEMENTS ET ÉPIS GEOTUBE

l'épis en enrochement, il est classique d'utiliser un filtre Geolon sous l'emprise de l'ouvrage avant la pose des enrochements. Le rôle du filtre géosynthétique est d'empêcher l'érosion du sol de fondation et d'éviter des affouillements sous les enrochements de l'épis.

D'une manière plus récente, les épis traditionnels constitués d'enrochements ou de palplanches ont perdu leurs faveurs du fait de leur apparence extérieure et de leur manque de sécurité notamment lorsqu'ils sont situés le long de plages populaires.

Une structure d'épis alternative qui ne nécessite pas l'emploi des enrochements ou de palplanches consiste à utiliser la structure en Geotube. Cette structure est installée in situ en utilisant pour le remplissage le sable local. Pour prévenir l'érosion autour de l'épis,

une couche anti-affouillement peut être installée préalablement à l'installation de Geotube. Pour des problèmes de sécurité, les surfaces de ce type d'épis sont lisses et ne peuvent pas provoquer de blessure aux personnes.



UTILISATION DE GEOTUBE POUR LA CONSTRUCTION D'ÉPIS



# Application: butée de pieds



Les vagues et le courant peuvent éroder et affouiller des berges en causant leur instabilité. Lorsque cette érosion apparaît à une certaine profondeur sous le niveau de la surface, il peut y avoir un problème d'instabilité de la berge. Pour prévenir l'instabilité et le risque de glissement de la berge exposée, il est communément pratiqué la mise en place d'une butée de pieds de matériaux non érodables au pieds de la berge.

Les matériaux utilisés pour réaliser la butée de pieds doivent être stable vis-à-vis des courants générés par l'eau, doivent éviter toute érosion future de la berge, et doivent avoir le poids nécessaire pour apporter la stabilité au pieds de la berge exposée. De manière classique, ce sont différentes couches d'enrochements qui sont utilisées en butée, même s'il y a des difficultés pour placer ces différentes couches sous l'eau lorsqu'il y a des courants élevés. De manière alternative, la structure Geocontainer peut être utilisée comme matériau de butée de pieds du fait

qu'elle combine une masse importante et qu'elle assure en même temps la protection de la berge exposée.

La structure Geocontainer peut être installée aisément par une barge à clapet. La masse de ces éléments est telle qu'elle ne peut être dérangée par le courant. De plus, le filtre Geolon, utilisé pour réaliser l'enveloppe du container, ne se contente pas seulement de contenir les matériaux de remplissage mais aussi de prévenir la future érosion de la berge exposée.

Le volume total de Geocontainer placé contre le pieds de la berge instable sera suffisant pour assurer la stabilité additionnelle requise. Près de la surface lorsque la profondeur est insuffisante pour placer une structure Geocontainer, un revêtement de masse constitué d'un filtre Geolon et d'une couche d'enrochement pourra être utilisé.



REMPLISSAGE ET INSTALLATION DE GEOCONTAINER POUR BUTÉE EN PIEDS DE BERGE





# Application: digues



Les digues sont des constructions marines et hydrauliques qui sont utilisées pour le contrôle des mouvements de l'eau dans une surface confinée, pour prévenir les dommages dus aux crues, et pour contenir des sédiments et des remblais hydrauliques. Les digues remplissent une des deux fonctions – la protection ou le confinement.

## Digues de protection avec les géosynthétiques Geolon

Les digues de protection sont utilisées pour contrôler le mouvement de l'eau dans des surfaces confinées pour éviter les crues et autres dommages dus à l'eau. Les digues de protection peuvent également être utilisées pour rétrécir le flux de rivières ou de canaux dans le but d'élever le niveau de l'eau pour des raisons hydrauliques et de navigation diverses.

Là où les digues de protection sont utilisées pour contrôler et resserrer continuellement le flux de l'eau, elles sont également appelées des levées de terre où le niveau d'eau relevé est conservé du fait de l'étanchéité de l'ouvrage ce qui évite les

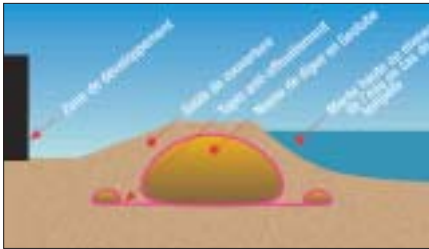
inondations dans les terres avoisinantes. Pour ce type d'application, la digue est constituée d'au moins une zone de matériaux fins agissant comme une barrière hydraulique s'opposant aux infiltrations. Pour éviter l'érosion de la berge exposée à l'eau, un revêtement constitué d'enrochements, de matelas gabions ou de pavages bétons est en principe utilisé. Sous le revêtement de protection, un géosynthétique de filtration Geolon est placé sur le sol support pour empêcher l'érosion des matériaux constituant la digue au travers de la couche de protection.

Les digues de protection peuvent également être utilisées pour protéger des terres basses contre les inondations fréquentes



UTILISATION DE FILTRES GÉOSYNTHÉTIQUES GEOLON DANS DES GRANDES DIGUES DE PROTECTION





UTILISATION GEOTUBE POUR CONSTRUIRE DES DIGUES DE PROTECTION IMMERGÉES

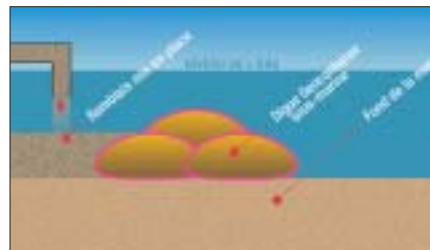
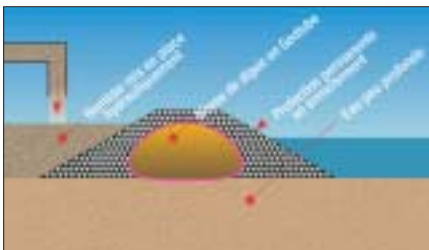
dues aux tempêtes, aux marées hautes exceptionnelles, etc. Dans ce type d'application, la durée où les eaux sont hautes est relativement courte et dans ce cas les matériaux de remblais de la digue ne doivent pas être imperméables. Cependant, pendant ces périodes peu fréquentes de hautes eaux, les forces de l'eau peuvent être importantes, et dans ce cas la digue doit avoir un bon système de protection extérieur pour éviter la rupture.

Une structure Geotube peut être utilisée pour construire cette protection de digue en utilisant le sable local. La structure Geotube réagit en tant que structure flexible, continue, monolithique, qui ne peut être brisée localement du fait des résistances élevées de l'enveloppe géosynthétique et de l'appui donné par le sol confiné. Ce type de digue de protection est particulièrement utile dans les zones littorales soumises à des risques d'inondation où une protection contre l'érosion est nécessaire pour assurer le développement de la zone littorale parce qu'une protection utilisant des éléments Geotube peut être recouverte avec un remblai en sable. Pendant les périodes de hautes eaux et de grandes tempêtes, le sable recouvrant la face côté mer peut être érodé, exposant la structure, mais la digue ne peut être brisée. Après la tempête, le front littoral peut être régénéré naturellement ou artificiellement.

## Digues de confinement avec des géosynthétiques Geolon

Des digues de confinement sont utilisées pour confiner des eaux chargées de sédiments et de matériaux fins. Pour un bon fonctionnement, la digue devrait être perméable, permettant le passage de l'eau excédentaire au travers de la digue tout en empêchant la perte des matériaux de remblais. La structure Geotube est idéale pour des digues de confinement avec des eaux peu profondes. Sa structure flexible, continue et monolithique assure une excellente stabilité de confinement avec le remblai en sable à l'intérieur du tube agissant comme une masse filtrante empêchant la perte des matériaux contenus et injectés hydrauliquement. Là où les éléments Geotube doivent assurer une fonction de confinement à long terme, une couche de couverture est normalement mise en œuvre sur le noyau flexible comme couche de protection permanente.

Des constructions maritimes au large peuvent nécessiter la construction de digues de confinement pour prévenir la perte des sédiments et des remblais. La structure Geocontainer est idéale pour la construction de digue de confinement sous eau du fait de sa masse importante et de sa flexibilité. Par ailleurs, il est possible d'utiliser les matériaux locaux pour les remplir.



UTILISATION GEOTUBE POUR CONSTRUIRE DES DIGUES DE CONFINEMENT



UTILISATION GEOCONTAINER POUR CONSTRUIRE DES DIGUES DE CONFINEMENTS SOUS-MARINES

# Les géosynthétiques Ten Cate Nicolon pour l'ingénierie marine et hydraulique

## La famille de géosynthétiques de filtration Geolon

### Les géotextiles tissés polypropylène Geolon



Les géotextiles tissés polypropylène Geolon sont constitués de fibres fibrillées selon une structure tissée. Ces géotextiles ont des résistances moyennes à élevées (15 kN/m à 600 kN/m). Ces caractéristiques robustes font de ces produits la solution idéale pour la réalisation de couche de

séparation et de filtration dans les structures marines et hydrauliques lorsque les travaux nécessitent d'être réalisés dans un environnement hydraulique difficile, tel que les brise-lames, les protections de lit de cours d'eau, etc. Des stabilisants sont incorporés aux produits pour augmenter leur durabilité. Ces tissés peuvent également être fabriqués avec des points de fixation, insérés selon un espacement défini, pour faciliter l'installation lorsque les profondeurs sont importantes.

### Filtres géotextile tissé Geolon (PE)



Les filtres géotextile tissé Geolon sont constitués de fibres en mono filament selon une structure tissée. Ces géotextiles disposent d'une structure simple sous forme de maille avec une bonne perméabilité. Ces caractéristiques les rendent souhaitables en filtration pour les sols et sables dans un environnement hydraulique difficile lorsqu'il est nécessaire d'assurer une circulation rapide de l'eau. Ces produits peuvent également être fabriqués avec des points de fixation pour faciliter leur installation sous l'eau.



## La famille Geolon de géosynthétiques containers

### Geotube

Geotube est une structure sous forme de tube constitué d'une enveloppe géotextile de haute résistance rempli de matériau. La structure est réalisée in situ et remplie par pompage hydraulique des matériaux locaux à l'intérieur de l'enveloppe. Ceci entraîne la création d'une structure flexible, monolithique et continue qui est très résistante aux forces de l'eau. C'est le sable qui est le matériau de remplissage le plus communément utilisé du fait de son incompressibilité mais d'autres types de sols pompables peuvent également être utilisés.

L'élément Geotube est fabriqué en utilisant un géotextile spécialement mis au point pour ce type d'application. Le géotextile dispose de pores fins capables de retenir les matériaux injectés tout en ayant une grande perméabilité permettant l'écoulement de l'eau durant la phase d'injection hydraulique. Par ailleurs, le géotextile a des résistances élevées pour résister aux fortes tensions apparaissant durant la phase de remplissage hydraulique et pour

maintenir sa forme structurelle.

Geotube est pré fabriqué selon une grande variété de diamètres et de longueurs selon les applications spécifiques. La structure est caractérisée normalement par son diamètre théorique, sa circonférence et sa longueur. Le diamètre théorique de Geotube va de 1 mètre à 10 mètres mais dans la plupart des cas, il va de 2 à 4 mètres.

Un élément Geotube est fabriqué normalement avec une longueur maximale de 105 mètres en utilisant les propriétés techniques de la technologie d'assemblage par couture qui assure que la résistance est suffisamment élevée sur l'ensemble de la surface de l'enveloppe. Pour



DIFFÉRENTS STADES DANS LE REMPLISSAGE GEOTUBE

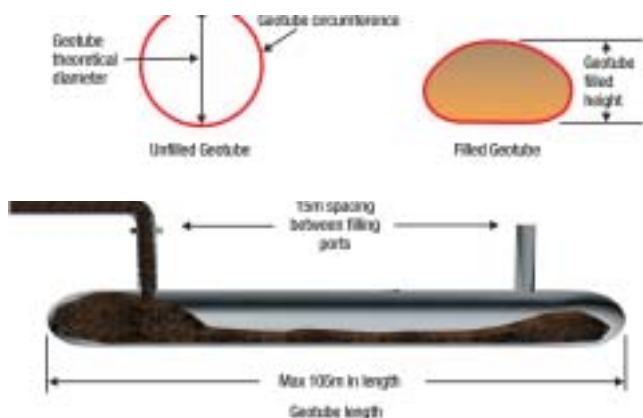


une injection simple, des points de remplissage sont mis en place à des intervalles spécifiques tout le long du tube.

Après remplissage, la structure Geotube n'atteint pas la même hauteur que son diamètre théorique, mais peut atteindre un maximum de 55 à 70% de son diamètre théorique, selon la mise en œuvre et les techniques de remplissage. Dans certains cas, pour créer une surface de contact plus importante permettant d'augmenter la stabilité, il n'est effectué qu'un remplissage partiel.

La structure peut également être associée à un tapis anti-affoulement. Ce tapis assure la protection de la base du tube. Ce tapis peut être réalisé des deux côtés ou d'un côté uniquement (comme montré dans le schéma ci-dessous). La largeur du tapis dépend de la taille du tube utilisé. Le tapis est mis en œuvre avant la pose de la structure Geotube et les petits tubes d'ancrage sont remplis hydrauliquement pour créer une charge en pieds. Geotube peut être rempli hydrauliquement à terre ou dans l'eau. La structure pré fabriquée sera déroulée sur site et ancrée à sa position finale. Des points d'attache sont cousus au tube en usine pour permettre la fixation avant de le remplir. Si nécessaire, le tapis anti-affoulement sera placé préalablement au déroulement de la structure Geotube.

Geotube peut être rempli en utilisant différents types de pompes allant de la petite pompe submersible à la pompe utilisée pour le dragage. Le type de système de pompage dépend du type de projet et de la facilité de la mise en place sur site. La pompe hydraulique est branchée sur les points d'injection localisés à intervalles réguliers le long du tube. Pendant la phase de remplissage, d'autres points d'injection peuvent être utilisés pour évacuer le flot d'eau en excédent. Dès que l'élément Geotube atteint la hauteur requise, les points d'injection sont fermés.



DÉTAILS TYPIQUES DE GEOTUBE

## Geocontainer

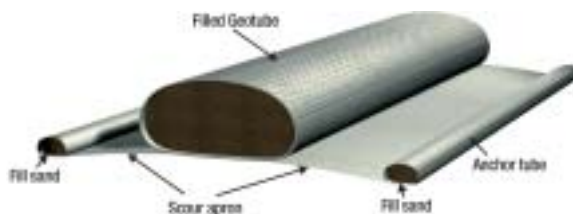


Les éléments Geocontainer sont des cellules larges, contenant de grande quantité de matériaux de dragage ou d'autre type de matériaux, qui sont coulés jusqu'au fond de la mer par le biais d'une barge à clapet.

Geocontainer est fabriqué avec un géotextile qui a été mis au point spécialement pour ce type d'application. Le géotextile dispose de résistance élevée pour permettre de résister à la grande variété de contraintes imposées pendant le remplissage et l'installation. Les structures de Geocontainer sont préfabriquées en usine pour répondre à des applications et des méthodes de mise en oeuvre spécifiques. Le volume d'une structure de Geocontainer peut varier de 100 à 600 m<sup>3</sup>. En général, lorsqu'elle est utilisée pour des applications marines, le volume n'excède pas 600 m<sup>3</sup>.

## Geobag

Les éléments Geobag sont des grands sacs géotextiles remplis de sable. Leur volume est en général compris entre 1 et 10 m<sup>3</sup>, mais dans la plupart des cas, il est inférieur à 6 m<sup>3</sup>. La structure Geobag est fabriquée avec un géotextile de résistance élevée pour résister aux contraintes importantes imposées pendant le remplissage, le transport et l'installation. Par ailleurs, le géotextile a été spécialement conçu pour retenir le sable de remplissage tout en permettant en même temps une perméabilité élevée.



TAPIS ANTI-AFFOULEMENT UTILISÉ CONJOINTEMENT AVEC GEOTUBE

Contact en Europe:

**Ten Cate Nicolon bv**

Sluiskade NZ 14  
PO Box 236  
7600 AE Almelo  
The Netherlands

Téléphone: +31 (0)546 544811  
Fax: +31 (0)546 544490  
Email: [info@tencate-nicolon.com](mailto:info@tencate-nicolon.com)

Internet:

[www.tencate-nicolon.com](http://www.tencate-nicolon.com)  
[www.geotube.com](http://www.geotube.com)

Contact en Amérique du Nord:

**Ten Cate Nicolon USA**

365 South Holland Drive  
Pendergrass  
Georgia 30567  
USA

Téléphone: 1 (706)693 2226  
Fax: 1 (706)693 4400

Internet:

[www.tcnicolon.com](http://www.tcnicolon.com)  
[www.geotube.com](http://www.geotube.com)

Contact en Asie:

**Ten Cate Nicolon Asia Sdn Bhd**

10th Floor, Menara Glomac  
Kelana Business Centre  
97, Jalan SS 7/2  
47301 Petaling Jaya  
Selangor Darul Ehsan  
Malaysia

Téléphone +60 (0)3 7492 8283  
Fax: +60 (0)3 7492 8285

Internet:

[www.geotube.com](http://www.geotube.com)

Contact en Australie:

**Ten Cate Nicolon Australia Pty Ltd**

PO Box 6627  
Wetherill Park NSW 2164  
Australia

Téléphone: +61 (0)2 9609 3844  
Fax: +61 (0)2 9609 3866

Internet:

[www.tcn-aust.com](http://www.tcn-aust.com)  
[www.geotube.com](http://www.geotube.com)

C'EST NOTRE BUT CONTINUEL DE TIRER NOTRE FORCE INTÉRIEURE DE CE QUE NOUS CROYONS QUI EST LA SEULE MESURE DU SUCCÈS: UNE SYNERGIE DE PRODUITS ET D'HOMMES QUI GÈNÈRENT DES SOLUTIONS QUI RÉSISTENT AU TEMPS.

**Geotube, Geocontainer, Geobag et Geolon sont des marques déposées de Ten Cate Nicolon.**

TOUTES LES SOCIÉTÉS TEN CATE NICOLON PRODUISENT SOUS CERTIFICATION ISO 9001:2000 ET STANDARDS CE.

Les informations réunies ici représentent le meilleur de nos connaissances actuelles, mais parce que les circonstances et les conditions dans lesquelles elles sont utilisées ne sont pas sous notre contrôle, nous déclinons toute responsabilité pour des pertes ou des dommages pouvant se produire, qui résultent directement ou indirectement de l'utilisation de ces informations. De même nous n'offrons aucune garantie ni immunité contre toute violation de brevet.