

UN ATTÉNUATEUR DE HOULES EN TUBE GÉOSYNTHÉTIQUE POUR LIMITER L'ÉROSION DE LA PLAGE DE LA CAPTE À HYÈRES

A BREAKWATER IN GEOSYNTHETIC TUBE TO LIMIT EROSION ON CAPTE BEACH IN HYERES

Albert KOFFLER ¹, Edwin ZENGERINK ², Jean-Christophe ASCIONE ³, Jean-Michel BIRUKOFF ⁴

¹ Tencate Geosynthetics, Lingolsheim, France

² Tencate Geosynthetics, Almelo, Pays-Bas

³ BCEOM / EGIS, Montpellier, France

⁴ Société Birukoff, Hyères, France

RÉSUMÉ - Les problèmes d'érosion littorale obligent de nombreuses villes côtières à des rechargements réguliers en sable de leurs plages. La ville de Hyères, afin de maintenir l'une de ses plages et de limiter les départs de matériaux, a mis en place au printemps 2008 deux brise-lames sous-marins constitués de tubes en géotextile tissé posés sur un tapis anti-affouillement, également en géotextile tissé. Ces techniques géosynthétiques se sont développées depuis plusieurs années dans le monde entier et commencent à être utilisées en France. L'étude a été menée par le BCEOM et les travaux ont été réalisés par la société BIRUKOFF. La mise en œuvre illustre la simplicité de la technique, qui permet de valoriser les matériaux sableux locaux, en offrant une solution douce, souple, rapide, économique, et réversible.

Mots-clés : atténuateur de houle – tube géosynthétique tissé – tapis anti-affouillement

ABSTRACT- Coastal erosion problems oblige a lot of towns to refill regularly their beaches. The town of Hyères, in order to maintain one of his beaches and to limit the loss of materials, has constructed in spring 2008 two breakwaters built with geosynthetic woven tubes layed on a scour apron in woven. The design was done by BCEOM and the work was realized by BIRUKOFF. The installation way illustrates the simplicity of the technic, allowing to use the local sandy material, offering an environmental friendly solution, rapid, economic, and reversible.

Keywords : breakwater –geosynthetic woven tube – woven scour apron

1. Situation et problème

La plage de la Capte, sur la commune de Hyères, située immédiatement au sud du port de plaisance de la Capte, subit un phénomène d'érosion depuis la création du port de la Capte. Ce phénomène oblige la ville à recharger chaque année la plage érodée par les tempêtes et protéger les fondations du perré béton présent en fond de plage.

La municipalité a souhaité aller au-delà de la démarche de simple ré-engraissement annuel de la plage, en se fixant comme objectif de maintenir la plage à longueur d'année, et dans tous les cas à limiter les départs de matériaux. Le but est donc de pérenniser cette plage et de limiter à l'avenir les opérations de ré-engraissement annuel qui ont un coût non négligeable tout en réduisant les nuisances pour le voisinage lors des travaux.

La ville a confié au bureau d'études BCEOM le soin de trouver une solution permettant de répondre aux problèmes posés, tout en tenant compte des contraintes du site (contraintes environnementales, techniques, etc.). Ce dernier a proposé, à l'issue de l'étude, la mise en œuvre de deux brise-lames ou atténuateurs de houles positionnés parallèlement au trait de côte, à une centaine de mètres de cette dernière mais également un rechargement massif de la plage au niveau de l'estran. L'objectif est ainsi de diminuer l'énergie de la houle responsable de l'érosion de la plage et de recréer un stock de sable.

2. La solution proposée

Afin de proposer une solution légère, économique et réversible, les ingénieurs du bureau d'études ont opté pour la réalisation d'un atténuateur de houles en tubes géotextile, posés sur un tapis anti-affouillement, le sable étant pompé localement aux abords de l'implantation de l'atténuateur, associé à un rechargement de plage. L'avantage de cette solution est que la pose peut se faire très rapidement et entièrement par voie maritime, sans créer de gênes à terre, et sans moyens techniques trop lourds comme pourrait le nécessiter la pose d'enrochements. Le fait d'être immergé permet également d'offrir une solution non agressive visuellement, cette dernière pouvant en outre être facilement réversible.

Les travaux ont été confiés à la société BIRUKOFF, spécialisée en travaux maritimes, pour la constitution de l'atténuateur de houles, et à l'entreprise SPADA pour le ré-engraissement de la plage. Ils se sont déroulés au printemps 2008, en l'espace de 5 semaines.

2.1. Constitution des brise-lames

Le dimensionnement du brise-lames a été réalisé par le bureau d'études en fonction des caractéristiques particulières du site (amplitude de houles, courant, direction, agitation, pente de plage, etc). La largeur du brise-lames préconisée a été d'environ 4,50m avec une hauteur de 1m, pour respecter une lame d'eau au-dessus des tubes d'environ 1m. Deux tubes posés côte à côte de diamètre 1,80m et de hauteur finale 1m ont permis de réaliser l'ouvrage.

Un tapis anti-affouillement en géotextile tissé polypropylène d'une largeur de 10,50m, bordé de part et d'autre de petits boudins de lestage de 0,50m de diamètre, a été posé préalablement sur le sol support afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage et d'éviter les phénomènes d'affouillement sous les tubes. Un brise-lames de 100m et un second de 150m de longueur ont ainsi été mis en œuvre.

Les longueurs de tube en géotextile tissé polypropylène utilisées dans chaque cas ont été respectivement de 50m et 55m pour le premier atténuateur et de 50m, 55m et 55m pour le second atténuateur, pour permettre un recouvrement entre tubes successifs d'environ 5m et assurer la continuité de l'ouvrage. Les géotextiles tissés pour la confection des tubes avaient une résistance à la traction bi-directionnelle de 120 kN/m.

Les tapis anti-affouillement, en géotextile tissé bi-directionnel de 40 kN/m de résistance à la traction, ont été livrés en longueur de 60m et 48m pour le premier atténuateur et de 60m, 52m et 48m pour le second ouvrage, en respectant une largeur de recouvrement d'environ 2m entre deux tapis successifs. Dans les deux cas, les géotextiles ont été traités spécialement par ajout d'additif assurant la stabilité en milieu marin. Les tubes ainsi que les tapis anti-affouillement ont été fabriqués et confectionnés par la société TENCATE GEOSYNTHETICS et livrés directement à Hyères Les Palmiers.

Les matériaux de remplissage des tubes sont issus de sables pompés au large du port de la Capte aux abords de l'implantation des tubes. Du fait que ces sables étaient fins, avec un d_{50} inférieur à 300 micromètres, il a été rajouté une enveloppe en géotextile non-tissé à l'intérieur des tubes, afin d'éviter la perte de ces sables, le géotextile utilisé étant caractérisé par une ouverture de filtration inférieure ou égale à 95 micromètres.

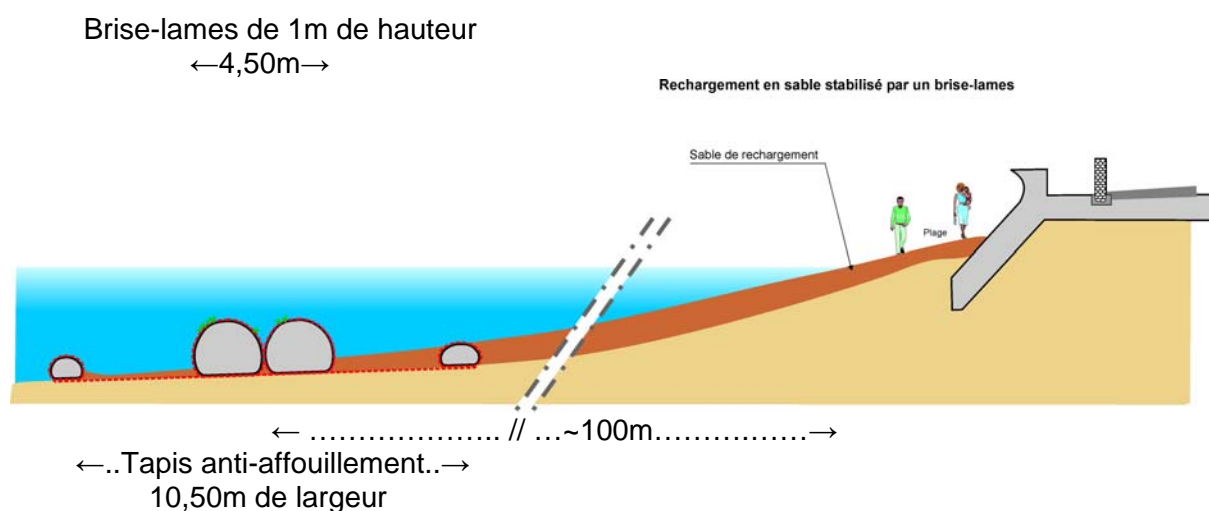


Figure 1. Coupe de principe de l'atténuateur réalisé sur la plage de la Capte

2.2. Mise en œuvre

La société de travaux maritimes a procédé à la pose des ouvrages selon le phasage suivant :

2.2.1. Dispositif de positionnement des brise-lames

Afin de positionner précisément les brise-lames selon les implantations définies et pour faciliter la pose des tapis anti-affouillement et des tubes, deux rangées de fixations provisoires sous la forme de piquet tous les 5 m de part et d'autre de l'implantation ont été mises en place, avec un espacement d'une douzaine de mètres entre les 2 rangées parallèles.

2.2.2. Mise en œuvre du tapis anti-affouillement

La première opération consiste à mettre en place le tapis anti-affouillement. Il est déposé sur un ponton, et plié en forme d'accordéon. Le tapis étant muni de points de fixations tous les 50 cm sur l'ensemble de sa surface, il est possible de fixer régulièrement des petits lests avant la mise en place sur le ponton, qui facilite la pose du tapis. Dans le cas présent, les tapis, livrés en rouleau, ont été directement déroulés puis lestés sous l'eau sur la zone d'implantation, puis immédiatement fixés provisoirement aux piquets. Une fois le tapis en place, les petits boudins de lestage de part et d'autre du tapis sont remplis par injection de sable afin de compléter la stabilité des tapis et ultérieurement d'assurer la protection contre l'érosion du sol support sur lequel reposent les tubes.

2.2.3. Pose des tubes

Les tubes sont amenés par flottaison ou déroulés dans l'eau à partir d'un ponton ou tout moyen similaire, sur la zone de pose. Dans le cas présent, ils ont été déroulés en bord de plage puis amenés par flottaison sur le site. Ils sont ensuite fixés aux piquets afin d'être positionnés selon l'implantation souhaitée. Ils peuvent être lestés artificiellement avant le remplissage, un lest pouvant être attaché tous les 5m de part et d'autre du tube. Ils peuvent également rester en position de flottaison puis l'opération de remplissage par injection peut être lancée. On fait entrer une conduite au travers de la première goulotte de remplissage et un serre câble assure le maintien de la conduite dans la goulotte. L'injection débute en envoyant par le biais d'une pompe un mélange eau sable de faible dosage (moins de cinq pourcents), le géotube se mettant en place et en forme. Le dosage de sable augmente ensuite progressivement jusqu'à environ 15 % et les attaches provisoires sont progressivement desserrées au fur et à mesure de la mise en place du tube sur le fond, puis enlevées dès que le tube est bien calé et positionné.

Après le remplissage de la première zone de tube sous la conduite et le contrôle de plongeurs, on déplace la conduite dans la seconde goulotte, et ainsi de suite, jusqu'au remplissage total du tube selon les hauteurs souhaitées. Les goulottes, espacées de 15 m, restent ouvertes le temps du remplissage d'un tube pour permettre à d'éventuelles surpressions de se dissiper. Une fois le tube plein, les goulottes sont refermées soit par couture soit à l'aide d'une corde et attachées au point de fixation le plus proche. Le niveau de la hauteur de remplissage est surveillé par les plongeurs de manière à éviter un remplissage trop important ou insuffisant. À l'issue des travaux, l'entreprise a positionné des bouées de balisage sphériques de couleur jaunes permettant de signaler les ouvrages immergés.

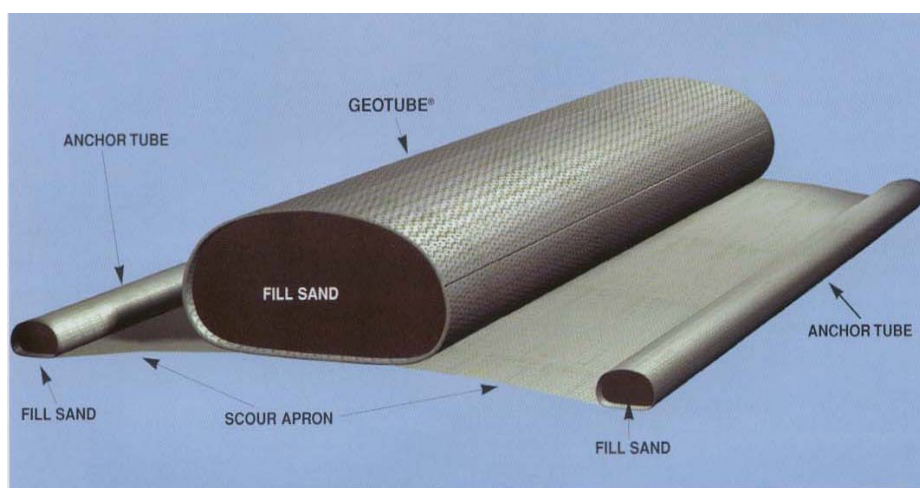


Figure 2. Coupe type classique d'un tube posé sur un tapis anti-affouillement.

2.2.4. Le ré-engraissement de plage

Une fois l'atténuateur de houles mis en place, l'entreprise SPADA a procédé à l'apport et l'étalement de 12 000 m³ de sable de carrière roulé lavé, du fait d'un manque de disponibilité de sable marin. Une plage d'une trentaine de mètres a ainsi pu être reconstituée.

3. La participation au développement des nouvelles techniques

Le domaine de la lutte contre l'érosion en travaux maritimes par les méthodes douces associant des géosynthétiques est illustré par le guide du CFG « Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans la lutte contre l'érosion ». À ce jour, seule la construction d'ouvrages maritimes en

enrochements permettait de garantir la tenue et le résultat escompté mais avec un impact important sur l'environnement et les paysages.

Le choix d'une technique douce comme celle des tubes permet de concilier lutte contre l'érosion et protection des sites mais les retours d'expérience et les conclusions d'experts scientifiques manquent. Dans une démarche d'amélioration des connaissances, la mise en œuvre d'un suivi scientifique permettant d'analyser le fonctionnement de l'ouvrage et son impact sur l'environnement s'est révélée indispensable. Ce suivi donnera un retour d'expérience détaillé de cette technique peu répandue en France et permettra :

- d'adapter ou supprimer si nécessaire l'ouvrage mis en place en fonction de l'efficacité observée,
- de participer au développement des nouvelles techniques de lutte contre l'érosion.

En effet, les résultats de la plage de la Capte serviront d'exemple pour toutes les collectivités connaissant des problèmes similaires d'érosion.

Le suivi scientifique est réalisé dans le cadre d'un programme de recherche de 3 ans mené par le CEREGE (UMR rattaché au CNRS). En prenant la Capte comme site expérimental, ce programme a pour but de comprendre, à la suite de la mise en place de structures immergées, tels que les tubes en géotextile, la modification des processus hydrodynamiques, d'établir les causes de l'érosion ou de l'accrétion du littoral, et d'évaluer la réponse des ouvrages en terme structural et environnemental.

En plus de ce programme de recherche, la commune de Hyères s'est associée avec le GIS Posidonie pour réaliser un suivi des herbiers sur 3 ans. Il s'agit de vérifier les impacts des travaux et de l'ouvrage sur cette espèce emblématique de la Méditerranée, les herbiers étant disposés de part et d'autre à proximité immédiate des atténuateurs.



Figure 3. Plage de la Capte début janvier 2009 après les fortes tempêtes hivernales (Photo CEREGE)

4. Conclusion

Les atténuateurs de houle sont en fonctionnement depuis la fin du printemps 2008. La solution retenue par la municipalité de la ville de Hyères Les Palmiers a permis de mettre en place de manière rapide, une protection douce de la plage, valorisant les matériaux locaux sableux pour le remplissage des tubes, sans impact visuel, dans une zone très fréquentée en période estivale. L'efficacité de cet aménagement est particulièrement suivie par l'Université de Marseille ainsi que son impact écologique sur la flore notamment (développement d'algues sur les tubes). Les premiers résultats après les tempêtes de décembre 2009 montrent l'efficacité de la solution tube en protection contre l'érosion.

5. Références bibliographiques

Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans la lutte contre l'érosion – CFG
Geotextiele zandelementen - 214 – CUR – Nederlandse Geotextielorganisatie

Les auteurs remercient la Ville d'Hyères qui a participé à l'élaboration de cette communication.