

LEGENDES

Typologies d'espaces :

N : Naturels -> trait de côte inaccessible / sauvage

SN : Semi-naturels -> secteur sans urbanisation arrière, mais fréquenté

SU : Semi-urbains -> secteur fréquenté, avec un espace naturel séparant la mer du milieu urbain

U : Urbains -> aucun espace naturel entre le trait de côte et la zone urbaine

Période d'efficacité

B : Phase de banc / mangrove -> présence de vase et/ou d'une forêt de mangrove

T : Période de transition / vasière -> période avant ou après la phase avec mangrove

IB : Phase inter-banc / plage ou front de mer exposé -> période sans vase ni mangrove, sensible à l'érosion

Appréciation globale des autres caractéristiques

-  Bonne
-  Moyenne
-  Mauvaise

BILAN DES FICHES

Fiche solution	N	SN	SU	U	B	T	IB
Rechargement de plage	X	X	X	X		X	X
Reprofilage et transfert		X	X	X		X	X
Epis et casiers bois		X	X	X		X	X
Ouvrages géotextiles		X	X	X		X	X
Mangrove	X	X	X	X	X	X	
Gestion des espaces naturels	X	X	X		X	X	X
Enrochement front de mer			X	X		X	X
Perré béton / maçonnerie			X	X			X
Epis			X	X			X

FICHE SOLUTIONS SOUPLES – RECHARGEMENT DE PLAGE

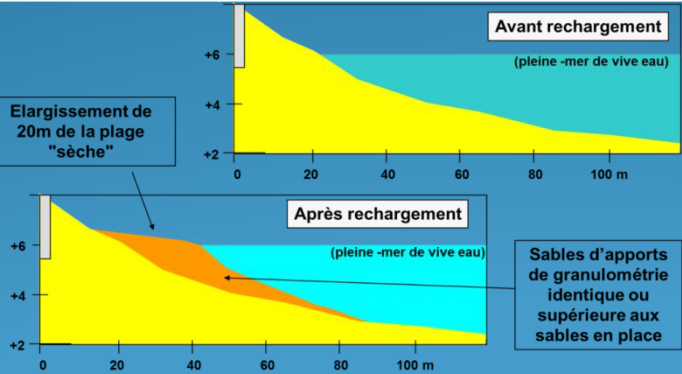
Typologie
d'espace

N SN SU U

Principe :

Cette méthode s'appuie sur la résilience côtière et la dynamique naturelle de la côte. Il s'agit de compenser le déficit du budget sédimentaire par un nouvel apport de sédiments. Ceci permet la création d'une zone tampon protectrice et augmente de la capacité d'accueil « balnéaire » du haut de plage.

Caractéristique	Commentaire	Appréciation globale
Période d'efficacité / nature du trait de côte	Inter-banc / côte exposée : peut atténuer les phases érosives	T IB
Efficacité du procédé	Solution ayant fait ces preuves sur tous types de littoraux. Considérée comme la plus « durable » , c'est la clef de voute de toutes stratégies de gestion.	
Impacts négatifs	Nécessite l'identification d'une zone d'emprunt à terre ou en mer, comportant les sédiments recherchés et en quantité suffisante. Impact sur la faune et la flore : enfouissement des peuplements benthiques	
Disponibilité des matériaux	Les principaux fleuves guyanais, sont en grande partie caractérisés par des fonds sableux, par ailleurs déjà dragués pour les besoins de la navigation à Kourou et Cayenne. Ces gisements restent à être investigués plus finement.	
Entretien	Les sédiments réintègrent petit à petit la dynamique générale et doivent donc être renouvelés, selon une stratégie d'entretien à étudier précisément.	
Coût et financement	Faible coût de mise en œuvre et d'entretien à condition d'identifier un gisement suffisamment proche. Le coût de mobilisation du matériel impose d'organiser des opérations plutôt « massives » par soucis de rentabilité. Facilité de financement pour solutions douces et réversibles	
Résistance / vulnérabilité	Solution auto-adaptative et résiliente. Les enjeux très proche du trait de côte restent vulnérable en l'absence d'ouvrage Durée de vie limitée sans entretien (5 – 10 ans), « infinie » avec un entretien adapté	
Réversibilité	Pas d'ouvrage « dur » - le sédiment se redistribue naturellement	



Principe d'un rechargement de plage (ARTELIA)

Drague aspiratrice en marche en opération sur le chenal de Pariacabo (portdeguyane.fr) – équipée pour procéder à des rechargements de plage



FICHE SOLUTIONS SOUPLES – RECHARGEMENT DE PLAGE

Illustrations - Exemples de réalisations



Rechargement par rainbowing (ARTELIA)



Rechargement par conduite de refoulement (ARTELIA)



Refoulement de sable sur une plage (ARTELIA)

Etudes et suivis relatifs à l'ouvrage

Etudes nécessaires :

Etude hydraulique pour le dimensionnement du rechargement de plage (volume, emprise, type de sédiments, entretiens...)

Suivi :

Suivi topographique bi-annuel – suivi bathymétrique tous les 5 ans (petits fonds)

Suivi granulométrique

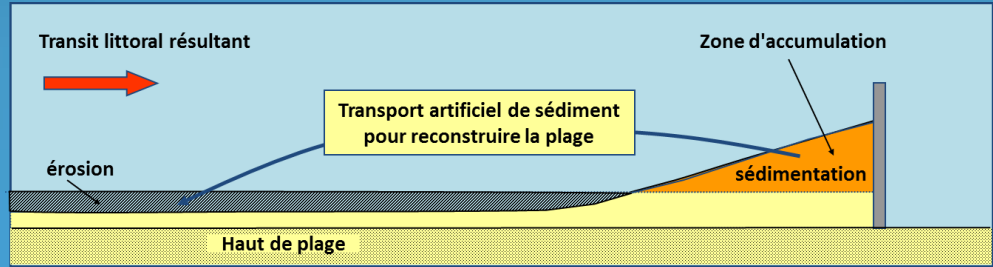
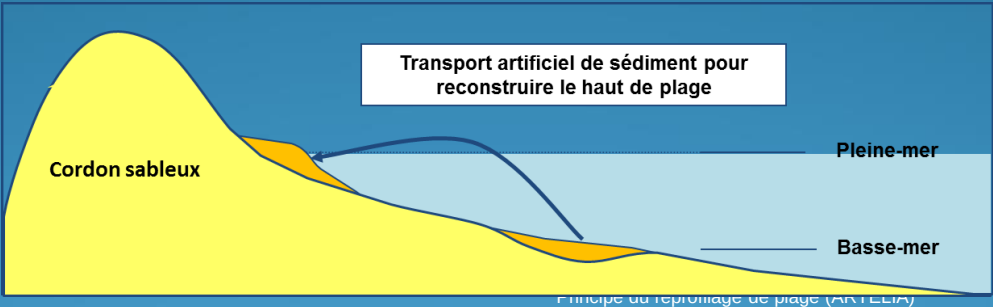
FICHE SOLUTIONS SOUPLES – REPROFILAGE – TRANSFERT DE SEDIMENTS

Principe :

Ces épis perméables ont pour objectif de retenir les sédiments en leur faisant obstacle et en atténuant les forçages hydrodynamiques La surélévation induite de l'estran atténue les houles arrivant sur la côte et facilite la colonisation des mangroves

Typologie d'espace
SN SU U

Caractéristique	Commentaire	Appréciation globale
Période d'efficacité / nature du trait de côte	Banc / Mangrove : peut favoriser leur colonisation Inter-banc / côte exposée : peut atténuer les phases érosives	T IB
Efficacité du procédé	Efficace uniquement si combiné à du rechargement de plage ou en situation d'urgence de manière très temporaire	■
Impacts négatifs	Amaigrissement des secteurs où le sable est prélevé (bas de plage, aval-transit...)	■
Disponibilité des matériaux	Matériaux peu disponibles car prélevés à proximité sur des stocks très limités	■
Entretien	Nécessite une intervention régulière en l'absence de rechargement de plage	■
Coût et financement	Faible coût de mise en œuvre Travaux pouvant être réalisés en régie mais peu financés.	■
Résistance / vulnérabilité	Sable récemment remanié vulnérable à l'action de la houle Effet temporaire en l'absence de rechargement de plage Durée de vie limitée (une à plusieurs tempêtes)	■
Réversibilité	Pas d'ouvrage « dur » - le sédiment se redistribue naturellement	■



FICHE SOLUTIONS SOUPLES – REPROFILAGE – TRANSFERT DE SEDIMENTS

Illustrations - Exemples de réalisations



Exemple de reprofilage – recyclage : le cordon sableux de la route de l'anse à Kourou (photos DEAL-ARTELIA 2016)



Illustrations - Exemples de pathologies



Désordres / érosions du cordon sableux constitué à Kourou
(Aout 2016 – ARTELIA)

Etudes et suivis relatifs à l'ouvrage

Etudes nécessaires :

Calcul des volumes mobilisables et solution technique associée

Suivi :

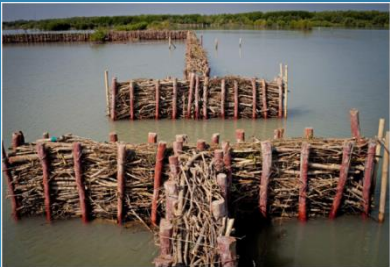
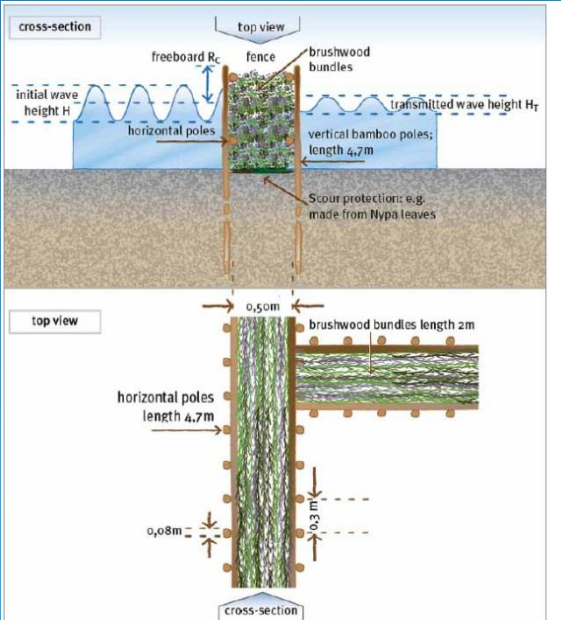
Inspection visuelle annuelle et après chaque grosse tempête

Suivi topographique bi-annuel

Principe :

Ces épis perméables ont pour objectif de retenir les sédiments en leur faisant obstacle et en atténuant les forçages hydrodynamiques La surélévation induite de l'estran atténue les houles arrivant sur la côte et facilite la colonisation des mangroves

Caractéristique	Commentaire	Appréciation globale
Période d'efficacité / nature du trait de côte	Banc / Mangrove : peut favoriser leur colonisation Inter-banc / côte exposée : peut atténuer les phases érosives	T IB
Efficacité du procédé	Faisant débat – encore expérimental – quelques bons retours d'expériences sur côtes vaseuses / mangroves	
Impacts négatifs	Erosion potentielle en aval-transit de la zone protégée Obstacles navigation / activités balnéaires	
Disponibilité des matériaux	Matériaux peu couteux, disponibles, locaux et renouvelables.	
Entretien	Remplacement au fur et à mesure des épis et fagots endommagés. Réfection complète du système après le passage d'un banc.	
Coût et financement	Faible coût de mise en œuvre et d'entretien. Facilité de financement pour solutions douces et réversibles	
Résistance / vulnérabilité	Vulnérable à l'action des fortes houles. Dégradations du bois sur le long terme Durée de vie limitée (5 – 10 ans, soit une phase inter-banc complète par ex.)	
Réversibilité	Ouvrage facilement démontable	



Casiers en épis bois en Indonésie (Winterwerp et al. 2016)



Casiers en épis bois au Suriname (ANTHONY 2015)

Conception d'un casier (Albers , San and Schmitt 2013)

FICHE SOLUTIONS SOUPLES – EPIS ET CASIERS BOIS

Illustrations - Exemples de réalisations



Epi en T (Albers , San and Schmitt 2013)



Construction d'épis / casiers (WINTERWERP 2016)



Illustrations - Exemples de pathologies



Action de la houle – captage de déchets (Albers , San and Schmitt 2013)



Pieux bois détériorés par le temps à Awala-Yalimapo (ARTELIA 2016)

Etudes et suivis relatifs à l'ouvrage

Etudes nécessaires :

Expérimentation et expertise pour le dimensionnement des épis et casiers et effets hydrosédimentaires sur les secteurs littoraux voisins. Etudes de conceptions.

Suivi :

Visite annuelle de l'état des ouvrages ainsi qu'après chaque grosse tempête.

Suivi topographique annuel du niveau atteint par les sédiments

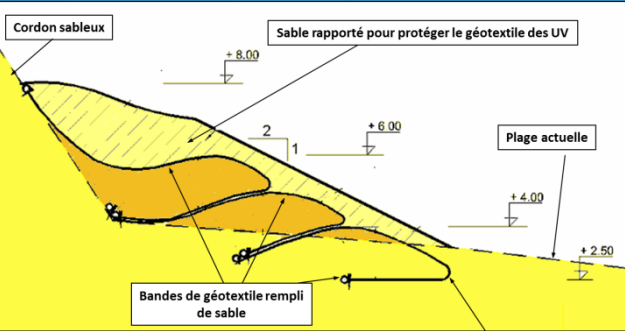
FICHE SOLUTIONS SOUPLES – OUVRAGES GEOTEXTILES

Typologie d'espace
SN SU U

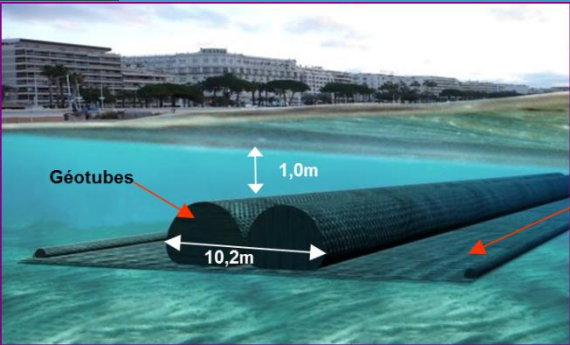
Principe :

Ces ouvrages « souples » en géotextile permettent un renforcement du trait de côte , implantés soit longitudinalement (protection « fusible » enfouie en pied d'ouvrage, de cordon sableux ou en butée de bas de plage) soit perpendiculairement à la côte (épîs)

Caractéristique	Commentaire	Appréciation globale
Période d'efficacité / nature du trait de côte	Banc / Mangrove : peut favoriser leur colonisation Inter-banc / côte exposée : peut atténuer les phases érosives	T IB
Efficacité du procédé	Très dépendant de la configuration – l'ouvrage doit être ensablé, relativement peu exposé, sous peine d'être rapidement endommagé (houle, UVs) et rendu inefficace. Efficace en combinaison avec un rechargement de plage ou plantation de mangrove (Cheng Lee 2014)	■
Impacts négatifs	Erosion potentielle en aval-transit de la zone protégée Impact visuel en cas d'apparition du géotextile ou déchirement de celui-ci	■
Disponibilité des matériaux	Matériaux peu coûteux – facilité d'approvisionnement (tissu)	■
Entretien	Intervenir rapidement en cas d'exposition de l'ouvrage aux éléments (reprofilage – transfert – rechargement de plage)	■
Coût et financement	Faible coût de mise en œuvre et d'entretien. Facilité de financement pour solutions douces et réversibles	■
Résistance / vulnérabilité	Vulnérable à l'action des houles , aux UVs et au vandalisme. Stabilité difficile sur un fond vaseux. Durée de vie limitée (5 – 10 ans, soit une phase inter-banc complète par ex).	■
Réversibilité	Ouvrage facilement démontable	■



Principe d'implantation de bandes géotextiles de renforcement en pied de cordon sableux ou en bas de plage (ARTELIA)



FICHE SOLUTIONS SOUPLES – OUVRAGES GEOTEXTILES

Illustrations - Exemples de réalisations



Stabilage à Rémire (photo ARTELIA)



Protection géotextile à l'hôtel des roches à Kourou (photo DEAL)



Stabilage en installation à Montjoly
(2016 - <http://la1ere.francetvinfo.fr>)

Illustrations - Exemples de pathologies



Destruction du stabilage de l'hôtel des Roches à Kourou (Aout 2016 – photo ARTELIA)

Etudes et suivis relatifs à l'ouvrage

Etudes nécessaires :

Analyse fine du contexte hydrosédimentaire du site – consultation des entreprises spécialisés

Suivi :

Visite annuelle de l'état des ouvrages ainsi qu'après chaque grosse tempête pour déclencher les opérations d'entretien
Suivi topographique annuel du niveau atteint par les sédiments

FICHE SOLUTIONS SOUPLES – MANGROVE

Typologie
d'espace

N SN SU U

Principe :

La forêt de mangrove joue un rôle important de protection de la côte face aux houles : atténuation des houles, accumulation de sédiments, zone tampon... Elle joue également un rôle écosystémique essentiel (qualité de l'eau, nurserie...). Son développement est naturel. En cas de dégradation du milieu, la plantation « directe » a généralement un faible taux de réussite. La restauration de mangrove consiste principalement à agir sur les mécanismes pouvant impacter négativement son développement (Lewis 2005, Anthony 2015) et amplifier les phénomènes naturels la favorisant :

- Identification et remédiation des sources de perturbations de la dynamique du site (rejet d'eau, digue trop proche de la mer...),
- Vérifier la présence de graines/semences dans le milieu,
- Expérimenter l'établissement d'un profil de côte favorable au développement de la mangrove en comparant avec les sites voisins « fonctionnels » (une cote optimal autour de 2,45 m CM est mentionnée par Anthony 2015) :
 - o Rechargement en sédiments,
 - o Reprofilage / transfert de sédiments,
 - o Epis / casiers en bois ou géotextiles

Caractéristique11	Commentaire	Appréciation globale
Période d'efficacité / nature du trait de côte	Transition : favoriser le développement de la mangrove ou ralentir son départ s'anticipe, et permettrait de réduire la durée des phases érosives interbanc Banc / Mangrove : développement des mangroves	B T
Efficacité du procédé	La mangrove est une protection naturelle et efficace contre les houles et tempêtes, ayant fait ses preuves. Les actions visant à favoriser son développement ou ralentir son départ restent expérimentales.	
Impacts négatifs	Pas d'impacts	
Disponibilité des matériaux	Semence disponible naturellement	
Entretien	Pas d'entretien	
Coût et financement	Protection gratuite Faible coût de mise en œuvre des systèmes pouvant favoriser son maintien	
Résistance / vulnérabilité	Résilient – tant que la mangrove et le banc de vases sont présents. Ne protège pas contre les niveaux d'eaux extrêmes (-> marais)	
Réversibilité	Présence cyclique - non permanente - de la mangrove.	



FICHE SOLUTIONS SOUPLES – MANGROVE

Illustrations - Exemples de réalisations



Mangrove replantée au Suriname (Photo © S. Naipal - <http://www.kuleuven.be>)

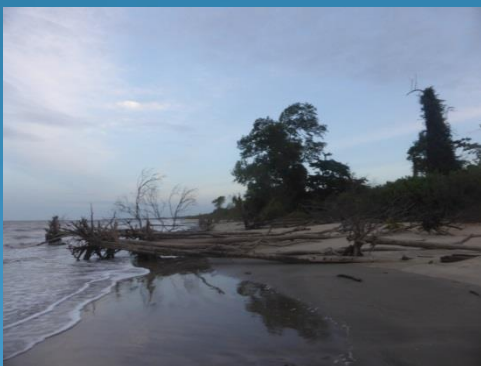


Vue de la mangrove depuis place Itakale à Awala-Yalimapo (ARTELIA - 2016)



Volontaires plantant des mangroves au Guyana (<https://www.kaieteurnewsonline.com>) et site restauré (<http://harei.org.gy>)

Illustrations - Exemples de pathologies



Erosion de la mangrove à Kourou (Aout 2016 – photo ARTELIA)

Etudes et suivis relatifs à l'ouvrage

Etudes nécessaires :

Expérimentation

Suivi :

Suivi aérien (orthophotographie, photogrammétrie)

Principe :

L'objectif ici est de favoriser la stabilité du milieu par des techniques de gestions des espaces naturels :

- Canalisation de la fréquentation pour réduire le piétinement et la déstabilisation des cordons sableux
- Maintien des débris végétaux sur le littoral : protection naturelle contre la houle – accumulation de sédiments
- Ré-utilisation des débris végétaux du littoral pour stabiliser les cordons sableux : dépôts de troncs, branchages...
- Végétalisation des espaces naturels : stabilisation grâce à l'enracinement / accumulations éoliennes.

Caractéristique	Commentaire	Appréciation globale
Période d'efficacité / nature du trait de côte	Mode de gestion permanent s'adaptant à toutes les périodes différentes	B T IB
Efficacité du procédé	Efficacité démontrée car le fonctionnement naturel du site est intimement lié à sa stabilité morphologique. Guide Rivage :	■
Impacts négatifs	Pas d'impacts	■
Disponibilité des matériaux	Pas besoin de matériaux ou matériaux facilement disponible	■
Entretien	Entretien manuel ou avec équipement léger	■
Coût et financement	Protection gratuite Faible coût par rapport à des solutions mécaniques et générateur d'emploi Facilité de financement pour solutions douces et réversibles	■
Résistance / vulnérabilité	Mode de gestion naturel résilient – sous réserve d'une intervention régulière	■
Réversibilité	Pas d'implantation d'ouvrage	■



Initiative citoyenne pour le nettoyage de plage en Guyane

<https://www.greenbeachguyane.com/index.php>



Le guide Rivage sur la gestion des espaces naturels

<http://www.rivagesdefrance.org/wp-content/uploads/2017/05/RIVAGES-DE-FRANCE-Guide-nettoyage-des-plages-BD.pdf>

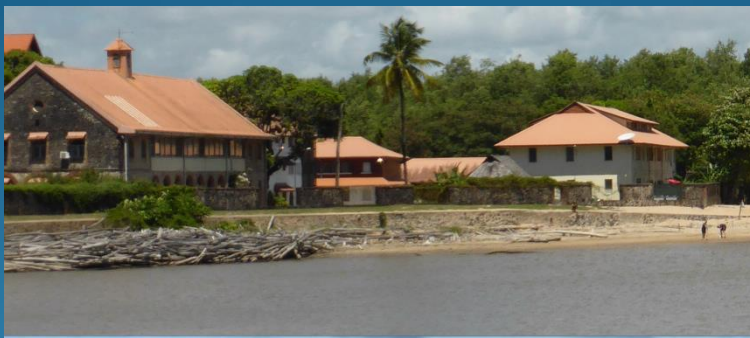
FICHE SOLUTIONS SOUPLES – GESTION DES ESPACES NATURELS

Illustrations - Exemples de réalisations



Illustration de l'effet d'accumulation de sables sur un débris végétal (Awala-Yalimapo, Aout 2016 photo ARTELIA)

Protection « naturelle » apportée par les troncs d'arbre à Cayenne (Aout 2016 – photo ARTELIA)



Illustrations - Exemples de pathologies



Développement en « îlot » de la végétation du fait d'une absence de gestion de la fréquentation (Rémire – Photo Aout 2016 ARTELIA)



Affaiblissement du cordon sableux à Kourou du fait de la non gestion de la fréquentation (phot Aout 2016 – ARTELIA)

Etudes et suivis relatifs à l'ouvrage

Etudes nécessaires :

/

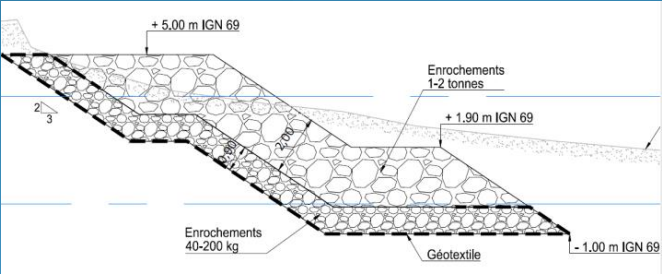
Suivi :

Suivi visuel annuel – photos aériennes

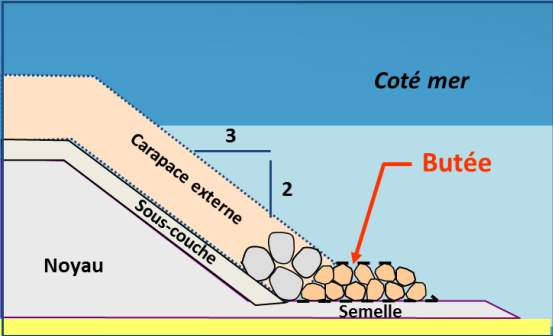
Principe :

L'ouvrage en enrochement pour objectif de fixer le trait de côte. Il permet d'empêcher le recul de celui-ci vers les enjeux situés en arrière, notamment lors de fortes tempêtes. Il est, en Guyane, utilisé en front de mer mais sans être construit dans les règles de l'art. Son application en brise-lames est inapproprié du fait du contexte dynamique local et des fonds vaseux instables.

Caractéristique	Commentaire	Appréciation globale
Période d'efficacité / nature du trait de côte	Banc / Mangrove : Inefficace – impact négatif sur le développement de la mangrove. Inter-banc / côte exposée : protection du trait de côte et des enjeux.	T IB
Efficacité du procédé	Fixation efficace du trait de côte sous réserve d'un bon dimensionnement de l'ouvrage et d'un contexte géotechnique permettant son implantation.	
Impacts négatifs	Poursuite voir accélération de l'érosion en pied d'ouvrage et de part et d'autre si celui-ci est positionné trop près de la mer. Artificialisation du trait de côte (environnement, paysage...), impact négatif potentiel sur les mangroves.	
Disponibilité des matériaux	Matériaux couteux : enrochement Peuvent nécessiter des délais d'approvisionnement importants.	
Entretien	Peuvent nécessiter une expertise et action régulière : remplacement des blocs déplacés, comblement des cavités, reprise de la crête/butée	
Coût et financement	Ouvrages couteux (mise en œuvre et entretien). Financement plus difficile à obtenir	
Résistance / vulnérabilité	Ouvrages vulnérables à l'érosion / affouillement en pied d'ouvrage. Contexte géotechnique guyanais peu favorable à leur stabilité (sols argileux). Durée de vie théorique de 30 ans mais peu d'exemples en Guyane d'ouvrages de front de mer restés durablement en bon état et fonctionnel.	
Réversibilité	Ouvrage difficilement démontable	



Exemple de coupe d'enrochement (ARTELIA)



FICHE SOLUTIONS DURES – ENROCHEMENT DE FRONT DE MER

Illustrations - Exemples de réalisations



Enrochement à Chatellaillon-Plage
(photographie ARTELIA 2015)



Digue enrochement de Wissant (photographie
ARTELIA 2016)

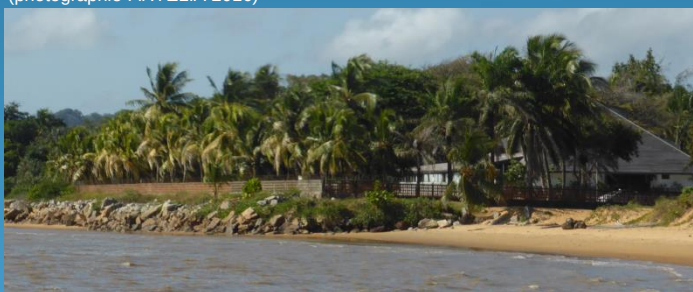
Illustrations - Exemples de pathologies



Enrochement anse chaton – mis en œuvre en urgence :
(insuffisamment ancré / pas de sous-couche) ->
glissement de la structure (photographie ARTELIA 2016)



Ruine de l'enrochement de l'hotel des Roches – Kourou
(photo Aout 2016)



Enrochements avec blocs désordonnés et trop proche du rivage -> entaille d'érosion de la plage (photo Aout 2016 – ARTELIA)

Etudes et suivis relatifs à l'ouvrage

Etudes nécessaires :

Expérimentation et expertise pour le dimensionnement des ouvrages. Etudes de conceptions détaillées (génie civil , géotechnique, et hydrosédimentaire,).

Suivi :

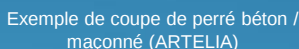
Visite annuelle de l'état des ouvrages ainsi qu'après chaque grosse tempête.

Suivi topographique du niveau de plage en pied d'ouvrage.

SUU

L'ouvrage de front de mer longitudinal a pour objectif de fixer le trait de côte. Il permet d'empêcher le recul de celui-ci vers les enjeux situés en arrière, notamment lors de fortes tempêtes. Il n'empêche cependant pas l'érosion du littoral de se poursuivre.

100



FICHE SOLUTIONS DURES – PERRES BETON / MAÇONNERIES

Illustrations - Exemples de réalisations

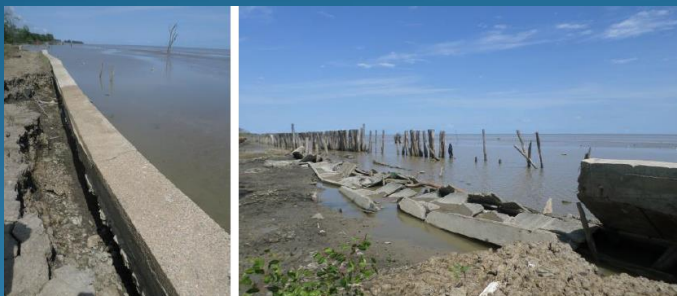


Perré maçonné à Berck-sur-Mer
(photographie ARTELIA 2016)



Digue en béton sur l'île de Ré - <http://photostp.free.fr>

Illustrations - Exemples de pathologies



Digue en béton en ruine 2 ans après sa construction – Suriname
(ANTHONY 2015)



Perré béton en ruine (photographie ARTELIA 2016) – endommagé peu de temps après sa construction dans les années 80



Perré maçonné ancien (bagnards) insuffisamment entretenu (disjointoiement - photographie ARTELIA 2016)

Etudes et suivis relatifs à l'ouvrage

Etudes nécessaires :

Expérimentation et expertise pour le dimensionnement des ouvrages. Etudes de conceptions détaillées (génie civil , géotechnique, et hydrosédimentaire,).

Suivi :

Visite annuelle de l'état des ouvrages ainsi qu'après chaque grosse tempête.
Suivi topographique du niveau de plage en pied d'ouvrage.

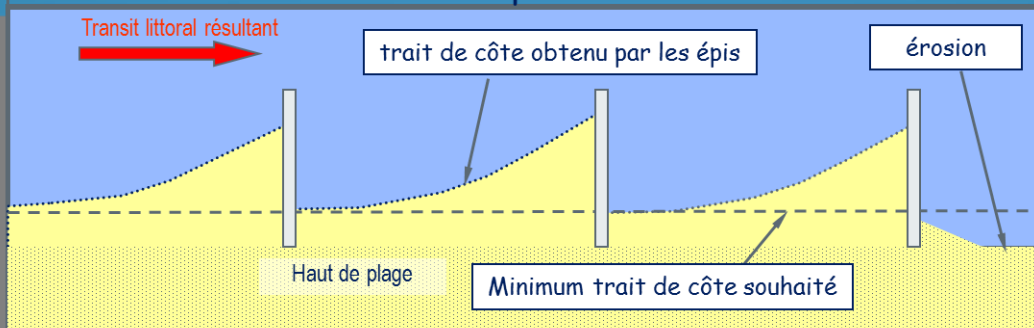
Principe :

Les épis sont placés perpendiculairement à la côte et ont pour objectif de capter les sédiments déplacés par le transit littoral afin de les accumuler sur un site précis.

En Guyane, le passage des bancs vaseux peut provoquer des inversions localisées et temporaires du sens du transit littoral. Cette spécificité rend complexe le fonctionnement des épis, qui pourraient dans certaines conditions jouer un rôle inverse à celui recherché (érosion sur les zones à protéger). Leur mise en place nécessite donc une expertise approfondie, au cas par cas, en fonction des conditions sur le site d'étude

Caractéristique	Commentaire	Appréciation globale
Période d'efficacité / nature du trait de côte	Banc / Mangrove : Inefficace – impact négatif sur le développement de la mangrove. Inter-banc / côte exposée : protection du trait de côte et des enjeux.	IB
Efficacité du procédé	Développement de la plage sous réserve d'un bon dimensionnement de l'ouvrage et d'un contexte géotechnique permettant son implantation.	 
Impacts négatifs	Accélération de l'érosion en aval-transit de la zone protégée. Artificialisation du trait de côte (environnement, paysage...), impact négatif potentiel sur les mangroves. Fonctionnement « inverse » possible en cas d'inversion du transit	
Disponibilité des matériaux	Matériaux coûteux : enrochement, béton	
Entretien	Peuvent nécessiter une expertise et action régulière : remise en place des blocs déplacés, rechargement...	
Coût et financement	Ouvrages coûteux (mise en œuvre et entretien). Financement aujourd'hui restreints à des cas précis, étudiés et justifiés.	
Résistance / vulnérabilité	Ouvrages vulnérables à l'érosion / affouillement en pied d'ouvrage. Contexte géotechnique guyanais peu favorable à leur stabilité (sols argileux). Durée de vie théorique de 30 ans mais peu d'exemples en Guyane d'ouvrages de front de mer restés durablement en bon état et fonctionnel.	
Réversibilité	Ouvrage difficilement démontable	

Epis



Illustrations - Exemples de réalisations



Epi à Kourou (photo ARTELIA – Aout 2016)



Epi à Cap Breton (ARTELIA)

Illustrations - Exemples de pathologies



Exemple d'érosion en aval-transit d'une zone protégée (ARTELIA – SMNLR)



Photo SMNLR

Etudes et suivis relatifs à l'ouvrage

Etudes nécessaires :

Expérimentation et expertise pour le dimensionnement des ouvrages. Etudes de conceptions détaillées (génie civil , géotechnique, et hydrosédimentaire,).

Suivi :

Visite annuelle de l'état des ouvrages ainsi qu'après chaque grosse tempête.
Suivi topographique du niveau de plage.