



PROBLÉMATIQUE DES DISPOSITIFS DE PROTECTION DU LITTORAL À IMPACTS RÉDUITS SUR L'ENVIRONNEMENT

B. BELLESORT ⁽¹⁾ et D. SAUZADE ⁽²⁾

⁽¹⁾ SOGREAH, 6 rue de Lorraine, 38130 Echirolles

⁽²⁾ IFREMER, Zone Portuaire de Brégaillon, B.P. 330, 83507 La Seyne-sur-Mer

Résumé :

Domaine de transition, naturel à l'origine, entre la terre et la mer, la zone côtière est devenue, en bien des secteurs, une limite tout ou partie artificielle par suite des aménagements réalisés. Ainsi le long du littoral français ont été réalisés, tant pour sa défense que pour son aménagement, 125 km d'ouvrages transversaux et 375 km d'ouvrages longitudinaux (perrés, digues, murs, épis,...).

On constate une mise en cause de plus en plus pressante de la validité des techniques couramment utilisées tant du point de vue coût et efficacité, qu'au point de vue impact écologique et insertion dans le paysage. Par ailleurs on assiste à l'émergence de nouvelles techniques dites douces qui tendent à composer davantage avec la mer et non plus à s'y opposer (traitement de dunes, rechargement de plage, algues artificielles, atténuateurs de houle,...).

Paradoxalement ces techniques "douces" se sont peu diffusées jusqu'à présent, du moins en France. Dans le cadre de son programme concernant l'évolution du littoral, l'IFREMER a proposé à la société SOGREAH de réaliser en coopération une étude de la problématique des dispositifs de protection du littoral à impact réduit sur l'environnement.

L'étude débute par une analyse du contexte, avec un état de l'art (dispositifs conventionnels et nouveaux) et un état des lieux (en France), recense les besoins incomplètement satisfaits par les ouvrages conventionnels et effectue une segmentation par type de besoin. A partir du diagnostic établi, des recommandations sont présentées portant sur la réalisation d'opérations de démonstration et proposant des axes de développement : connaissance du régime du littoral, conception des ouvrages et communication, pour convaincre de l'intérêt de certaines solutions innovantes.

1. INTRODUCTION

Domaine de transition, naturel à l'origine, entre la terre et la mer, la zone côtière est devenue, en bien des secteurs, une limite tout ou partie artificielle par suite des aménagements réalisés. Ainsi le long du littoral français ont été réalisés, tant pour sa défense que pour son aménagement, 125 km d'ouvrages transversaux et 375 km d'ouvrages longitudinaux (perrés, digues, murs, épis,...).

On constate depuis une à deux décennies une mise en cause de plus en plus pressante de la validité des techniques couramment utilisées tant du point de vue coût et efficacité, qu'au point de vue impact écologique et insertion dans le paysage [1][2][3]. Par ailleurs on assiste à l'émergence de nouvelles techniques dites douces qui tendent à composer davantage avec la mer et non plus à s'y opposer (traitement de dunes, rechargement de plage, algues artificielles, atténuateurs de houle,...).

Paradoxalement ces techniques "douces" se sont peu diffusées jusqu'à présent, du moins en France contrairement à ce que l'on constate dans d'autres pays comme les Etats-Unis (by-passing et rechargement) ou le Japon (atténuateurs de houles offshore).

L'étude de cette problématique se situe dans le cadre d'une démarche entreprise par l'IFREMER visant à conforter la mission d'avis de l'Institut dans le domaine côtier et de soutenir le secteur professionnel situé en amont des réalisations d'ouvrages.

La réalisation de l'étude a été confiée à la SOGREAH qui en avait déjà examiné certains aspects pour le compte du Service Technique des Ports Maritimes et des Voies Navigables (STCPMVN). Elle a fait l'objet d'un rapport [4] dont les principaux points sont résumés ci-après.

La méthodologie suivie a consisté à :

- faire le point sur les diverses méthodes de protection du littoral tant existantes que nouvelles (à l'essai ou projetées),
- établir un bilan des réalisations, de la situation et des besoins en France, complété par un aperçu des problèmes dans des zones du monde a priori abordables par la France en tant que marché potentiel,
- établir une typologie des cas où les méthodes traditionnelles ne sont pas satisfaisantes,
- proposer des sites d'essais potentiels pour des méthodes nouvelles,
- dégager les facteurs limitants et ceux favorables,
- proposer des axes de développement.

2. DONNÉES GÉNÉRALES SUR LE LITTORAL FRANÇAIS

Sur le littoral français, les côtes rocheuses représentent 41 % et les littoraux meubles 59 % (avec de fortes disparités : côtes rocheuses en Provence - Côte d'Azur : 73 % et en Aquitaine : 4 %) [5].

L'évolution du littoral dépend de :

- Facteurs naturels :

- Nature du littoral (falaises dures, tendres ; côtes sableuses, vaseuses, etc.),
- Bathymétrie,
- Océanographie : vents (nombreuses formations dunaires) ; fluctuation de niveau (y compris la remontée du niveau marin), courants et, surtout, l'agitation (transit littoral, mouvements dans le profil),
- Sédimentologie : nature des sédiments (galets, sables etc.) et quantité disponible,
- Biologiques (principalement les herbiers du littoral méditerranéen),

- Facteurs humains :

- Réduction du stock sédimentaire (barrages, extractions),

- Ouvrages d'aménagements : fronts de mers (qui favorisent l'attaque des plages) ; épis, ouvrages portuaires (modifications du transit littoral),

- Dégradation des dunes.

Les littoraux meubles, qui sont ceux essentiellement concernés par les problèmes de protection, sont, globalement en érosion : 0,2 à 0,4 m/an en moyenne (avec des zones où l'érosion atteint plusieurs m/an : ex. : ancien delta du Rhône).

La pression touristique, à laquelle est liée pour une large part les besoins d'aménagements, est très forte dans les zones urbanisées denses (Côte d'Azur) et faible dans les zones peu urbanisées et avec peu d'aménagements littoraux (ex. : Côte d'Aquitaine).

3. MÉTHODES DE PROTECTION EXISTANTES ET NOUVELLES

L'analyse des méthodes de protections existantes et nouvelles a été faite à partir d'une étude bibliographique concernant tant la France que l'étranger.

Il convient de souligner que l'on a, dans toute la mesure du possible, cherché à prendre en compte les aspects "concrets" et "terrains" des procédés d'aménagements et non point tant les côtés "théoriques" exposés par leurs promoteurs qui, bien souvent, ne permettent pas de se faire une idée précise de leur fonctionnement réel.

Une classification en sept thèmes a été proposée qui comprend :

Action sur l'énergie des vagues

- . Brise-lames émergents,
- . Brise-lames submersibles,
- . Brise-lames flottants,
- . Brise-lames pneumatiques,
- . Brise-lames divers,
- . Brise-clapots abattables.

Jusqu'alors, pour l'essentiel, on a utilisé (surtout dans les mers à faible marée) des brise-lames émergents (caractéristiques les plus fréquentes : longueur de 100 à 200 m ; implantation dans des fonds de - 2 à - 4 m ; distance à la côte : 100 à 200 m).

Action sur la propagation des vagues

- . Mur d'eau oscillant,
- . Cônes,
- . Système "Bragg",
- . Système "Cornic" C 1000.

Ces procédés sont expérimentaux et aucun n'a été utilisé concrètement en protection du littoral.

Action sur les fonds

- . Algues artificielles,
- . Plantation,

Drainage de la plage.

Il y a eu divers essais réalisés avec des algues artificielles ; les résultats sont, à ce jour, peu significatifs.

Les autres méthodes sont expérimentales.

Actions par des ouvrages littoraux

- . Ouvrages transversaux : épis,
- . Ouvrages longitudinaux : perrés, murs.

Jusqu'alors, les ouvrages littoraux, avec tous leurs avantages et inconvénients, ont été les moyens essentiellement utilisés dans la protection du littoral.

Actions douces

- . Restauration de dunes,
- . Rechargement,
- . By-passing,
- . Cordon littoral artificiel,
- . Recul accepté du littoral.

En France, les restaurations de dunes sont les moyens principalement mis en oeuvre. Les rechargements sont relativement peu utilisés (problèmes techniques et de coûts). Le by-passing n'a pas encore été mis en oeuvre (sauf à Saint-Denis d'Oléron).

Protection directe du littoral

- . Tapis en géotextile,
- . Ouvrages peu réfléchissants,
- . Revêtements en blocs artificiels.

On est là en limite des problèmes concernant la protection du littoral : les divers procédés "fixent" le littoral et, le trait de côte sans avoir pour souci le maintien ou le développement d'une plage.

Il y a eu beaucoup de déboires avec l'utilisation des tapis géotextiles.

Divers

- . Iles artificielles,
- . Récifs électrolytiques.

4. BILAN DES AMÉNAGEMENTS

Au total, il a été réalisé près de 1 300 ouvrages transversaux (longueur totale : 125 km) et 800 ouvrages longitudinaux (longueur totale : 375 km).

Sur la base de 10 millions de francs par km, le coût global des aménagements peut être évalué à 5 milliards de francs.

Coûts unitaires d'aménagements

L'analyse des coûts par type d'ouvrages fait apparaître un large éventail lié aux conditions spécifiques des sites. Globalement, on retiendra :

- . Ouvrages "classiques" : 5 000 à 10 000 F/ml d'ouvrage,
- . Ouvrages "légers" : 1 000 à 4 000 F/ml d'ouvrage,

Ouvrages "lourds" : 10 000 à 50 000 F/ml d'ouvrage.

En moyenne, le coût du km de côte protégé varie entre 5000 et 30 000 F.

Dépense annuelle de protection de côtes

En France, le volume global des dépenses a été de 97 millions de Francs en 1986 et 118 millions en 1990 [6].

5. TYPOLOGIE DES PROBLÈMES D'AMÉNAGEMENTS LITTORAUX

Les problèmes d'aménagements littoraux ont été classés en cinq catégories basées sur la nature des problèmes à résoudre :

- . Stabilisation et protection du littoral,
- . Erosion des fonds,
- . Création ou amélioration des plages,
- . Impacts d'aménagements portuaires ou d'endigues,
- . Protection de plan d'eau (dans des zones déjà abritées naturellement sinon on se trouve dans le cas de ports traditionnels).

Ces problèmes sont liés à trois aspects du régime littoral :

- . Evolution naturelle,
- . Impacts d'aménagements,
- . Amélioration d'une situation existante (allant jusqu'à la création de littoraux).

Pour le littoral français, l'essentiel des réalisations concernent des aménagements avec des moyens "classiques" (ouvrages longitudinaux et transversaux) de plages.

Les by-passings et rechargements sont fort peu utilisés (alors que ce sont des solutions douces et présentant des impacts minima).

6. BESOINS

Les besoins ont été considérés à l'échelle régionale :

Nord Picardie - Haute Normandie

Trois points se dégagent :

- . Protection du cordon littoral des Bas-Champs (entre Ault et Le Hourdel en bordure de la zone sud du débouché de la Somme),
- . Stabilisation de plages de galets,
- . Création de plages sableuses.

Basse Normandie

Il y a certes, globalement, des tendances à l'érosion mais l'essentiel des problèmes est lié aux évolutions de débouchés des havres de la côte du Cotentin.

Bretagne

Les problèmes littoraux sont multiples mais localisés car concernant, pour l'essentiel, de petites baies (hormis la baie d'Audieme). Les dégradations des milieux dunaires sont fréquentes et interviennent pour beaucoup dans les

processus d'érosion. Dans deassez nombreux cas, il doit pouvoir être mis en oeuvre des aménagements "doux" : rechargements, aménagements de dunes.

Pays de Loire. Poitou - Charente

On a une situation du même type qu'en Bretagne dans bien des cas.

Localement, la Pointe de La Coubre est soumise à des évolutions intenses entraînant de fortes érosions dans la zone de La Palmyre.

Aquitaine

On a essentiellement affaire à un vaste domaine dunaire. Il n'y a que fort peu d'aménagements littoraux. Seules les zones entre Soulac et Le Verdon, le littoral de part et d'autre du bassin d'Arcachon et au sud de l'Adour sont concernées par d'importants problèmes d'érosion.

Languedoc - Roussillon

L'essentiel des problèmes d'érosion concerne le secteur au Nord de l'Orb (Orb - Frontignan).

Provence - Côte d'Azur

Dans la partie à l'Ouest de Marseille, l'évolution du littoral est liée à l'histoire du delta du Rhône. Actuellement, c'est la zone des Saintes-Maries de La Mer qui est particulièrement concernée.

Entre Marseille et Menton, la pression touristique est énorme, les problèmes littoraux sont multiples liés, pour l'essentiel, aux aménagements réalisés. En général, on est en présence de baies d'importance limitée qui se sont développées à la faveur des découpes dans un littoral à dominante rocheuse.

Un problème particulier est à souligner : celui de la destruction des herbiers dues aux pollutions, ouvrages, érosion des fonds, ancrages, etc.

Corse

Les problèmes littoraux, d'importance généralement limitée, concernent principalement la côte est (partie centrale). Sur la côte ouest, le développement d'installations nautiques légères, adaptées aux situations locales, serait bienvenu.

DOM-TOM

Un important problème existe dans la majorité des DOM-TOM : celui des cyclones : comment s'en protéger ?

7. SITES POTENTIELS D'ESSAI

Les sites d'essais proposés sont :

Nord, Picardie, Haute-Normandie

- . Essais de création de plages aux débouchés d'une ou deux vauveuses (brise-lames submersibles ?).

Bretagne

- . Rechargements associés à des traitements de dunes sur des cordons tels que Combrit, Loctudy ou Moustierlin.

Loire - Poitou Charente

. Essai de traitement doux (rechargements, traitement de dunes, autres) entre Saint-Jean de Monts et Sion.

. Restauration des écluses à poissons qui avaient été installées sur les larges platiers rocheux (îles d'Oléron et de Noirmoutier).

Aquitaine

. By-passing à Hossegor - Cap Breton.

Marseille - Nice

Zone de la presqu'île de Giens et des deux golfes la bordant : Golfe de Giens et Hyères : il s'agit là d'un domaine favorable à des essais de différentes natures :

- . Mur d'eau oscillant,
- . Rechargements biphasiques (galets recouverts de sable),
- . Algues artificielles (toutefois peu crédibles à ce jour),
- . Divers.

8. ZONES HORS DE FRANCE

Dans les zones sous influence française, on trouve les principaux problèmes d'aménagements :

En Afrique du Nord, et particulièrement le long du littoral oriental de la Tunisie où il y a un fort développement des activités touristiques :

Les problèmes locaux liés à des aménagements sont multiples (avec beaucoup de cas liés à l'abaissement de plages dû aux ouvrages).

Dans le Golfe du Bénin

Les érosions (évolutions des deltas, impacts de ports) y sont parmi les plus intenses au monde (ainsi d'ailleurs que le transit littoral : 1 à 1,5 million de m³/an). Cette zone n'est guère favorable à la réalisation d'expérimentation avec des méthodes douces.

9. FACTEURS D'EVOLUTION

Les analyses précédentes permettent de dresser la liste des facteurs d'évolution : ceux qui limitent actuellement la diffusion de solutions innovantes ainsi que ceux qui pourraient favoriser leur développement.

Facteurs limitants

. Pas de solution universelle capable de remplacer une large gamme de dispositifs conventionnels,

. Des domaines d'application en général adaptés aux régimes d'agitation modérés (or ce sont plutôt les structures lourdes conçues pour les régimes sévères qui font l'objet de critiques).

. Un manque d'expériences (et d'expérimentations grandeur nature) qui conduit à une prise de risque plus grande.

. Un schéma décisionnel peu favorable à la prise de risque.

. Un volume de marché faible qui décourage les efforts de développement.

Facteurs favorables

. Une relative inefficacité des méthodes conventionnelles, notamment dans les cas où les études littorales ont été bâclées,

. Une sensibilité aux problèmes du littoral en croissance avec les enjeux socio-économiques et les pressions exercées sur les espaces naturels :

- Le tourisme littoral est de plus en plus dépendant de l'offre d'espaces naturels préservés et accessibles,

- Ces espaces sont menacés et voient leurs superficies diminuer du fait de l'homme (1% par an), notamment par l'effet d'une urbanisation diffuse mais aussi du fait de l'érosion marine.

. Un renforcement prévisible des facteurs à l'origine de l'érosion marine (montée du niveau de la mer, diminution des apports sédimentaires, impacts de aménagements...),

. Un contexte qui devrait favoriser les études littorales et profiter au développement de concepts nouveaux à la fois efficaces et préservant l'aspect "naturel" du littoral.

10. AXES DE DEVELOPPEMENT

Parmi les facteurs qui pourraient favoriser la diffusion de dispositifs innovants, certains relèvent de l'action de tous ceux qui sont concernés par l'aménagement du littoral au plan des développements technologiques, les organismes scientifiques comme le STCPMVN, le SNMTE, l'IFREMER, certaines universités... les laboratoires d'hydraulique et les sociétés d'ingénierie.

Les thèmes d'action proposés sont présentés sous forme d'axes de recherches selon ce que l'on pourrait appeler la règle des trois C : connaître, concevoir, convaincre.

a. Connaître : le régime du littoral

a1. Océanographie

L'essentiel des problèmes se pose dans la connaissance du régime de l'agitation (facteur fondamental de la dynamique sédimentaire) dès lors que l'on a affaire à des fonds et des côtes tourmentés.

a2. Sédimentologie

Les axes de recherches doivent porter :

. sur la quantification des mouvements sédimentaires : connaissance fondamentale, développement des codes de calcul et des modèles numériques (avec une attention particulière à leur validation), mesures in situ,

. l'utilisation de la télédétection dans les évolutions du littoral,

. la connaissance des mécanismes en jeu dans la "vie" des débris d'algues et de posidonies : mode de transport et d'accumulation.

b. Concevoir : quels aménagements ?

Avant d'aller plus avant, il faut souligner les points suivants :

- . Il y a un héritage du passé quasi-incontournable : les aménagements existants,
- . Il n'y a pas une méthode d'aménagement universelle mais des méthodes adaptées à chaque cas,
- . Les méthodes expérimentées dans un passé récent n'ont guère donné de résultats satisfaisants.

b1. Stabilisation et protection du littoral

- . Possibilité d'utilisation des géotextiles en milieu marin,
- . Ouvrages longitudinaux : recherches vers des ouvrages peu réfléchissants, doux et piégeant les sédiments (en particulier en zone peu exposée),
 - . Epis :
 - * Optimisation du fonctionnement des épis (dimensionnement, implantation) en fonction des caractéristiques du transit littoral dans une zone donnée (l'analyse de cas existants montre que c'est beaucoup plus complexe que ne le laisse penser les règles "classiques").
 - * Recherches sur des épis ajourés.
 - * Recherches sur la lutte contre l'érosion à l'aval des épis.
 - . Brise-lames émergents :
 - Les brise-lames sont-ils efficaces en mer à marée ?
 - Brise-lames submergés :
 - * En mer sans marée, étude de leur efficacité réelle in situ.
 - * En mer à marée, possibilité d'utiliser des brise-lames submergés (ou encore des écluses à poissons pour créer ou stabiliser des littoraux).

b2. Erosion des fonds

- . Rechargements : stabilisation des apports ?
- . Algues artificielles :
 - peu de succès jusqu'à présent ; des axes de recherches porteraient sur les caractéristiques des algues, les surfaces et densité minima d'implantation.
- . Rides artificielles :
 - n'y-a-t-il pas une voie ouverte à l'utilisation de géotextiles (comme des boudins).

b3. Création ou amélioration de plage

Création de plages dans des zones avec des fonds à fortes pentes.

b4. Impacts d'aménagements portuaires ou d'endiguement

Quelles peuvent être les applications des méthodes de fluidisation de dépôts piégés dans les chenaux portuaires ou encore dans les zones d'accumulation contre les ouvrages portuaires ?

b5. Divers

Cyclones : comment s'en protéger (important pour les DOM TOM).

Récifs artificiels électrolytiques (ou autres) : applications possibles (a priori dans des zones peu exposées).

Brise-lames flottants : applications à la protection du littoral ?

c. Convaincre

Apprendre à expliquer aux diverses entités concernées les pourquoi et comment des aménagements, en particulier dans des cas tels que : recul du littoral à accepter, travaux d'entretien nécessaires.

Bibliographie

- [1] Tiphine J. 1988. Enquête concernant les travaux de lutte contre l'érosion marine, M.I.S.E.
- [2] Andrau M. 1990. Rapport concernant les travaux de lutte contre l'érosion côtière - Conseil Général des Ponts et Chaussées.
- [3] Paskoff R. 1993. Côtes en danger, Ed. Masson.
- [4] Bellesort B. 1993. Etude de la problématique des dispositifs de protection du littoral à impacts réduits sur l'environnement. SOGREAH pour l'IFREMER, 114 p. hors figures.
- [5] LCHF-LNH-SOGREAH. 1984, 1986, 1987. Catalogues sédimentologiques des côtes françaises, 3 tomes, SE.MER / STCPMVN.
- [6] Etude des enjeux socio-économiques concernant les technologies de l'aménagement du littoral. 1992. Orientation et Environnement pour IFREMER, 120 p. hors annexes.