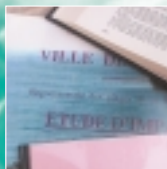


***La défense des plages
contre l'érosion***
dans la zone RAMOGE



La
défense
des
plages
contre
l'érosion





Sommaire

Introduction p. 5

1 - Le phénomène de l'érosion p. 6

- Les principales causes de l'érosion p. 7
- Les conséquences de l'érosion p. 8

2 - Les différents types de défense p. 9

- Les méthodes souples en harmonie avec la dynamique des côtes p. 10
- La construction d'ouvrages de défense rigides p. 11
- Les autres procédés p. 14

3 - La conception d'ouvrages de défense p. 15

- Les enjeux et les contraintes p. 15
- La prise en compte de l'environnement p. 16
- Les études à réaliser p. 16

4 - La réglementation et les démarches administratives p. 18

- Cadro giuridico e normativo - Italia p. 18
- Iter amministrativo - Italia p. 22
- Cadres juridique et réglementaire - Monaco p. 23
- Cadres juridique et réglementaire - France p. 26
- Démarches administratives - France p. 28

5 - Cas d'études illustrés p. 31

- Plage de Bergeggi - Italie p. 32
- Plages de Vintimille, Camproosso, Vallecrosia et Bordighera - Italie p. 34
- Plage de la Baie Ouest - Menton - France p. 36
- Plage du Larvotto - Monaco p. 38
- Plage de la Baie des Anges - Nice - France p. 40

Bibliographie p. 42





Introduction

L'Accord RAMOGE, signé en 1976, est l'instrument dont se sont dotés les gouvernements français, monégasque et italien pour faire en sorte que les façades maritimes de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, de la Principauté de Monaco et de la Région Ligure constituent une zone pilote de prévention et de lutte contre la pollution du milieu marin.

La zone géographique de l'Accord s'étendait initialement de Saint Raphaël à l'Ouest, à Monaco et vers l'Est, à Gênes, d'où le nom de RAMOGE constitué des premières syllabes des noms de ces trois villes.

Cette zone a été élargie et s'étend désormais de Marseille à La Spezia et plus précisément de l'embouchure du Grand Rhône, à l'embouchure de la Magra.

L'Accord RAMOGE représente un instrument de coopération scientifique, technique, juridique et administrative où les trois États arrêtent ensemble les actions à conduire pour une gestion intégrée du littoral. Dans le cadre de cet Accord, de nombreuses activités sont réalisées, visant à harmoniser les méthodes d'analyse et de travail, à améliorer la connaissance du milieu marin et côtier et à sensibiliser le public au respect de l'environnement.

Notre littoral qui possède un attrait touristique majeur, présente un intérêt économique de première importance et constitue un patrimoine paysager naturel d'une valeur incomparable, il est donc nécessaire de conjuguer nos efforts pour le protéger et le préserver des conséquences de l'érosion qui portent atteinte aux potentiels écologique et économique des collectivités locales.

Ce guide présente :

- la description du phénomène de l'érosion des plages,
- les différents types de défense et leurs caractéristiques,
- les modalités de conception d'un ouvrage de défense,
- la législation et les démarches administratives spécifiques de chaque pays (Italie, Monaco, France).

Enfin, cinq "cas d'études" illustrant, d'Est en Ouest, les types de défense des plages de la zone RAMOGE.



Le phénomène de l'érosion des plages

La formation d'une plage résulte principalement de l'apport de sédiments détritiques transportés par les cours d'eau ou produits par l'érosion marine des côtes rocheuses.

L'équilibre entre le dépôt de sédiments et leur redistribution par les courants côtiers détermine la stabilité d'une plage, tandis que le déséquilibre en faveur de l'un de ces deux facteurs entraîne respectivement l'engraissement ou l'érosion d'un littoral.

Tout littoral peut être partagé en plusieurs unités, généralement délimitées par deux promontoires, deux fleuves ou deux obstacles artificiels à l'intérieur desquels se produit une redistribution de sédiments, sans échange avec l'extérieur. On parle d'unités physiographiques.

Environ 20 % des côtes de la planète sont constituées par des plages dont près de 70 % traversent une phase d'érosion, 20 % sont stables et 10 % manifestent des signes d'engraissement, ce qui correspond à la situation de la zone RAMOGE.

Le problème de l'érosion représente ainsi, non seulement une menace pour le développement touristique, mais aussi une forte atteinte à la pérennité des infrastructures, ce qui impose aux collectivités, une gestion intégrée du littoral qui ne saurait faire abstraction de la connaissance approfondie des causes du phénomène érosif.



• Les principales causes de l'érosion

La dynamique des plages reste principalement sous l'influence de paramètres naturels tels que la houle, les courants, les vagues, la marée, le vent, l'érosion des sols, l'augmentation du niveau de la mer (estimée à 30 cm pour le siècle passé et qui pourrait atteindre le mètre pour le siècle à venir).

Pourtant de nos jours, les activités de l'homme ont fortement modifié la dynamique du littoral et tendent à supplanter les causes naturelles :

• La réduction des apports solides des cours d'eau

qui débouchent en mer, causée par la domestication des cours d'eau : construction de barrages destinés à la production d'énergie et à l'irrigation et l'extraction de matériaux des lits des rivières, à des fins de commercialisation dans le bâtiment.

• L'urbanisation du littoral sous forme de constructions

telles que murs de protection, stations balnéaires, immeubles, promenades en bord de mer et voies de communication. Ces infrastructures provoquent la réflexion de la houle et constituent un obstacle brutal au déferlement des vagues. L'énergie des vagues n'est plus dissipée le long des plages et le phénomène érosif est accentué.

• La construction d'ouvrages portuaires

qui induit souvent un barrage au transport des sédiments le long de la côte, peut entraîner de graves déficits sédimentaires sur les plages situées en aval de l'ouvrage par rapport au sens de la dérive littorale.

• La mauvaise conception des ouvrages de défense

responsables des modifications dans le transport côtier. Ces interventions, si elles parviennent parfois à résoudre localement le problème, finissent souvent par le déplacer sur les plages adjacentes.

• La dégradation des herbiers de phanérogames marines

(Posidonies et Cymodocées), capables de freiner l'érosion de la côte, par leurs fonctions stabilisatrice des fonds et dissipatrice de l'énergie de la houle. Ce phénomène est dû à la pollution, à la turbidité de l'eau, à la pêche au chalut et aux mouillages sauvages.



• **La sur-fréquentation**, estimée sur certaines plages à près de 500 000 personnes par jour sur 100 km, détériore essentiellement les massifs dunaires.

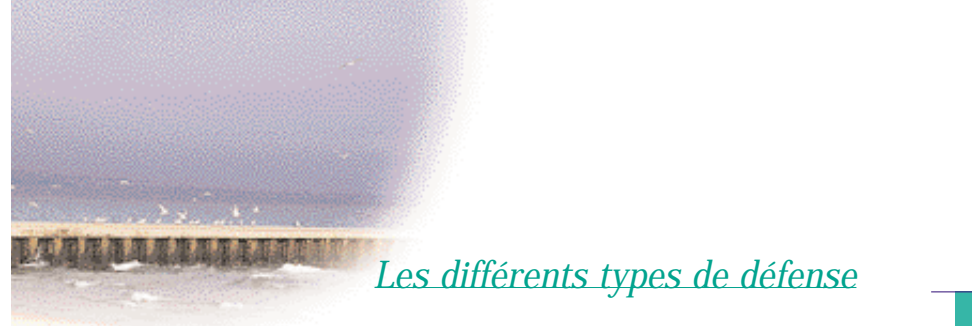
• **L'extraction de réserves souterraines en eau douce** destinées à la consommation humaine risque d'entraîner une subsidence et donc la remontée d'eau de mer dans la nappe phréatique et ce de façon irréversible.

• *Les conséquences de l'érosion*

Il faut souligner que l'évolution naturelle d'une plage, qui n'est soumise à aucune contrainte d'aménagement, reste le moyen de défense le plus efficace, mais la forte anthropisation de la bande littorale a rendu nécessaire la lutte contre le phénomène érosif pour protéger les infrastructures construites à proximité des rivages. On a désormais pris l'habitude de structurer les plages par des ouvrages de défense et de les recharger en matériaux.

Toutefois, lors de conditions météorologiques particulières, qui se manifestent selon des rythmes saisonniers ou journaliers, un tel littoral peut évoluer comme suit :

- les plages disparaissent,
- les routes littorales, les chemins de fer et les autres infrastructures jouxtant la côte subissent des dégâts importants,
- les habitations, trop souvent construites en bord de mer, sont sujettes à une dégradation intense,
- la base des falaises est soumise à l'érosion, avec la possibilité d'éboulements et de chutes.

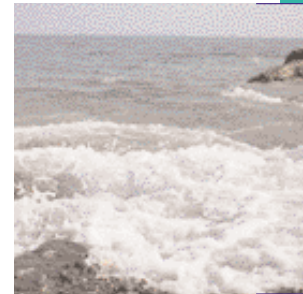


Les différents types de défense

La plage, absorbant graduellement l'énergie de la houle par les déferlements successifs qu'elle provoque, constitue le meilleur ouvrage de défense du littoral contre l'érosion. C'est en effet la dynamique naturelle des plages qui est fondamentale pour la survie physique de la plage et pour la diversité de ses habitats biologiques.

Pour toute défense contre l'érosion, il est donc plus efficace de se tourner vers des ouvrages de défense souples qui travaillent en harmonie avec les dynamiques naturelles en jeu et ont ainsi un moindre impact sur le littoral, plutôt que d'utiliser des ouvrages de défense rigides qui tendent à réprimer ou freiner les processus côtiers.

Ainsi, pour des rechargements ponctuels, des matériaux naturels tels que sable ou graviers de granulométrie supérieure ou égale à l'existant, devraient être utilisés préférentiellement. Dans ce cas, il faut évaluer l'impact de ce rechargement sur l'écosystème marin et en particulier les herbiers de Posidonies situés à proximité.



Toutefois, la diversité des phénomènes à l'origine de l'érosion du littoral conduit à une diversité de réponses techniques qui ne s'opposent pas forcément les unes aux autres, mais qui sont souvent complémentaires. En effet, pour améliorer l'efficacité des interventions de protection, on adopte souvent des défenses de natures mixtes (aménagement d'épis stabilisateurs et engraissement avec des matériaux naturels).

Chacune de ces solutions exige des conditions particulières pour être efficace et présente des avantages et des inconvénients.



On peut distinguer différentes techniques :

• Les méthodes souples en harmonie avec la dynamique des côtes

L'engraissement artificiel

Le déversement sur le rivage de quantités importantes de sédiments provenant de carrières de prélèvement situées en mer ou sur terre, ou de déblais de construction, permet de stabiliser ou d'agrandir une plage menacée d'érosion ou de créer une nouvelle plage, sans impact sur les côtes avoisinantes. On compense ainsi par des apports extérieurs la réduction des apports naturels.

Afin de rendre plus stables les sédiments ajoutés artificiellement aux plages, la recherche et l'expérimentation se sont orientées vers :

- l'utilisation de sédiments à granulométrie assez grossière qui présentent une plus grande porosité que le sable et qui absorbent plus efficacement l'énergie de la houle. Le gravier permet en outre d'obtenir un profil plus pentu de la plage et d'avancer davantage qu'en utilisant la même quantité de sable,
- la protection de la zone faisant l'objet de l'engraissement par des ouvrages rigides. Plusieurs études de suivi sont actuellement en cours sur les interventions d'engraissement protégées afin d'évaluer leur réelle efficacité.



Dans le choix des carrières de prélèvement situées en mer ou sur terre il faut tenir compte des caractéristiques pétrographiques et de la granulométrie du sédiment et, plus particulièrement, du pourcentage de sédiments fins. Dans le cas de pourcentages élevés de sédiments fins, le matériau doit être préalablement lavé, afin d'éviter la dispersion des sédiments fins pouvant endommager les herbiers de Posidonies ou les Biocénoses présentes sur les fonds. Outre l'évaluation

de la compatibilité du sédiment d'un point de vue physique, il faut également évaluer les qualités chimiques et bactériologiques.

Il faut en outre considérer les modalités d'engraissement de la plage, notamment en ce qui concerne le nombre de points d'alimentation,

leur localisation et la quantité appropriée des apports.

Pour obtenir un engraissement rapide et uniforme sur toute l'étendue de la plage, il est préférable d'envisager plusieurs points d'alimentation.

Tout en étant l'une des solutions les plus respectueuses de la dynamique du littoral, l'engraissement présente certains inconvénients :

- difficulté de trouver le matériau approprié en grandes quantités et à un coût acceptable,
- nécessité d'une alimentation périodique,
- conséquences possibles sur l'environnement, en raison d'une éventuelle augmentation temporaire de la turbidité des eaux liée aux conditions saisonnières, à la houle ou aux concentrations de sédiments que l'on retrouve, par entraînement gravitaire, dans le sillon pré-littoral ou sur les herbiers de Posidonies.

La reconstitution du massif dunaire

Cette méthode consiste à rétablir, voire à créer, une nouvelle dune en haut de plage. Le massif dunaire est un élément naturel essentiel pour la protection et la stabilisation d'un littoral sableux.

Il s'agit de mettre en place des ganivelles, haies brise-vent en châtaignier, qui vont stabiliser la réserve de sable qui se trouve en haut de plage. Cette technique s'avère très efficace.

Il est alors nécessaire de réglementer la circulation des véhicules et de canaliser la fréquentation de ce milieu.

• La construction d'ouvrages de défense rigides

Les ouvrages de haut de plage

Ils sont réalisés en contact direct entre le haut de plage et les infrastructures situées immédiatement au-dessus.

Ce type d'ouvrage, bien qu'il assure une protection immédiate des infrastructures côtières, porte atteinte à la plage, par la présence d'une paroi quasi verticale qui augmente la réflexion de la houle.



Les éléments mis en suspension au large de l'ouvrage sont éloignés par les courants et le phénomène d'érosion est accentué, ce qui provoque, à terme, le creusement des fonds et l'usure de la base des ouvrages, avec risque d'effondrement et nécessité de travaux d'entretien coûteux.

De plus, ce type de construction risque d'étendre, par diffraction, le phénomène d'érosion aux deux extrémités de la plage.

Les barrières brise-lames émergées et immergées

Il s'agit d'ouvrages dont l'axe principal est orienté parallèlement, ou est peu incliné, par rapport à la côte. Ils ont pour but de provoquer une dissipation de l'énergie de la houle avant son déferlement sur la plage et de s'opposer à l'entraînement vers le large des matériaux.

Les barrières émergées offrent une plus grande protection de la plage, en créant des zones d'eau relativement calmes où le dépôt des substances fines en suspension est facilité. L'engraissement du trait de côte est favorisé et peut aboutir à la formation d'un tombolo (flèche de sable reliant la barrière brise-lames à la côte).

L'agitation est réduite du côté de la plage et le renouvellement des eaux n'est pas favorisé ce qui peut impliquer des répercussions négatives du point de vue sanitaire.

En revanche, **les barrières immergées** favorisent en général un meilleur renouvellement de l'eau, mais leur efficacité dépend de leur profondeur par rapport au niveau de la mer, de la pente de la plage, des marées, des intempéries et de la granulométrie des sédiments.

Toutefois, dans les deux cas, des phénomènes importants de réflexion sont constatés sur la base extérieure de l'ouvrage, ce qui peut provoquer son affouillement, voire son écroulement.



Les plateformes - îles

Il s'agit d'ouvrages formés de rochers, ayant une forme circulaire et des dimensions limitées, souvent renforcés et stabilisés dans leur partie centrale par un anneau en béton.

Contrairement aux barrières brise-lames, ces ouvrages ne limitent pas drastiquement l'énergie incidente sur le littoral, mais en absorbent une petite partie et orientent les courants côtiers de manière à freiner le transport de sédiments vers le large et à les maintenir dans le profil actif de la plage.

Ces ouvrages peuvent favoriser la formation d'un tombolo, surtout si la houle est parallèle à la côte.

Les épis

Les épis sont des ouvrages transversaux très répandus, surtout dans les zones caractérisées par un transport longitudinal intense qui retiennent une partie des sédiments transportés par les courants côtiers naturels ou des matériaux artificiels de la plage.

Les épis isolés sont utilisés pour :

- augmenter localement la largeur de la plage située en amont,
- protéger l'embouchure des ports ou des lagunes,
- délimiter les extrémités des ouvrages de haut de plage,
- définir une zone d'engraissement artificiel,
- fermer une unité physiographique.

Lorsqu'il s'agit de l'aménagement d'une plage d'une certaine étendue, la réalisation d'un système d'épis est en général adoptée et la protection est accrue quand leurs extrémités sont reliées par un brise-lames immergé. En fonction de la profondeur, il existe cependant un risque d'affouillement des têtes d'épis. La plage ainsi formée est caractérisée par sa forme en "dents de scie", due à l'accumulation de sable en amont des épis et au déficit correspondant en aval des épis.





• *Les autres procédés*

Parmi de nombreux procédés existants, on peut citer les algues artificielles, les géotextiles, les murs d'eaux oscillants, les récifs artificiels et les systèmes Ecoplage® et Stabiplage®.

La plupart de ces méthodes sont encore au stade expérimental et il est aujourd'hui prématuré de tirer des conclusions formelles sur leurs conditions d'utilisation et leur efficacité.

Toutefois, on peut décrire deux procédés dont l'efficacité a été prouvée :

Les récifs artificiels : structures disposées sur le fond, orientées comme les épis et accrochées à la plage émergée. Elles sont constituées par des boudins en géotextiles remplis de sable, d'éléments préfabriqués en béton armé, de caoutchouc ou de blocs de pierre.

Le système Ecoplage® : système mécanique qui absorbe, à l'aide d'une pompe, l'énergie de la houle. Il draine ainsi l'eau par dépression dans une canalisation souterraine et permet l'engraissement de la plage par les sables en suspension portés par la houle. Il présente l'avantage d'être invisible car il est enterré sous la plage. Adapté aux plages de sable, sa mise en œuvre rencontre toutefois des contraintes géotechniques liées à la sédimentologie de la plage et à l'hydrodynamique souterraine.



La conception d'ouvrages de défense

Le littoral étant commun à de nombreuses collectivités, il faut définir les moyens les mieux adaptés pour préserver ce patrimoine naturel et mener préférentiellement une lutte préventive contre l'érosion.

• *Les enjeux et les contraintes*

Il est avant tout nécessaire de dégager les enjeux individuels, collectifs, écologiques et économiques, la nécessité et la priorité d'intervention et les contraintes financières, juridiques et socio-économiques :

- améliorer l'accueil des activités côtières et augmenter la surface des plages,
- assurer la stabilité, la sécurité, la pérennité et l'efficacité des ouvrages de défense,
- estimer, dans l'optique du développement durable, les retombées socio-économiques des aménagements,
- mettre en place des études d'observation de l'évolution du trait de côte et des fonds marins afin d'évaluer l'impact de l'ouvrage et la nécessité d'effectuer des interventions d'entretien,
- évaluer les incidences financières liées à la mise en œuvre de techniques complexes d'élaboration des projets (modèles mathématiques et physiques),
- comparer les coûts induits par l'érosion et les coûts relatifs à l'entretien des moyens de prévention ou de protection prévus,
- respecter la réglementation spécifique à chacun des pays (*voir les chapitres spécifiques aux cadres juridique et réglementaire de l'Italie, de Monaco et de la France*).





• *La prise en compte de l'environnement*

Il faut identifier les impacts environnementaux directs et indirects que la mise en oeuvre du projet est susceptible de générer, à court, moyen et long terme, tels que :

- les impacts des travaux (transport de matériaux, réalisation des ouvrages et engraissement),
- les éventuelles aggravations du phénomène érosif sur le site et sur les zones voisines,
- les perturbations de l'hydrodynamique côtière et l'atteinte à la qualité des eaux et du milieu marin,
- la préservation des écosystèmes et des espèces protégées (sauvegarde des herbiers de phanérogames marines),
- la transformation du site par son artificialisation et son cloisonnement qui prend en compte l'intégration paysagère des ouvrages.

• *Les études à réaliser*

Il faut rappeler que le profil d'équilibre d'une plage dépend essentiellement de deux facteurs :

- l'énergie et la direction des vagues qui déferlent sur la plage,
- la granulométrie des sédiments qui constituent cette plage.

L'étude des paramètres qui caractérisent l'érosion sur un site donné est fondamentale pour assurer la mise en place d'un aménagement adapté et efficace. Ce n'est qu'après avoir acquis une connaissance approfondie des dynamiques agissant sur toute l'unité physiographique qu'il sera possible d'aborder des études plus détaillées. Il faut ainsi procéder à une série d'études, scientifiques et techniques, en partenariat avec des cabinets spécialisés - services administratifs ou bureaux d'études (*Voir tableau ci-après*).

CADRE GÉOGRAPHIQUE	Identification de l'unité physiographique.
CARACTÉRISATION SÉDIMENTOLOGIQUE DE LA PLAGE	Prélèvement d'échantillons sur des sections de plage équidistants et perpendiculaires au linéaire côtier, et analyse granulométrique correspondante. Cartographie des herbiers de phanérogames marines (<i>Posidonia oceanica</i> , etc.).
CARACTÉRISATION DU CLIMAT MÉTÉOMARIN PAR UNITÉ PHYSIOGRAPHIQUE	Collecte des données concernant l'intensité et la fréquence des houles et des vents (une étude des houles en Méditerranée est disponible sur le site Internet de l'Accord RAMOGE http://www.ramoge.org). Modèle d'évaluation du transport de sédiments le long de la côte par unité physiographique.
APPORT EN SÉDIMENTS DES PRINCIPAUX COURS D'EAU	Recensement historique et bibliographique des données disponibles. Évolution historique de l'apport sédimentaire. Analyse de l'apport solide actuel.
CARACTÉRISATION GÉOMORPHOLOGIQUE DU LITTORAL	Description géomorphologique de la bande littorale. Relevés morphologiques de la plage émergée, immergée et du système de dunes. Analyse de l'évolution du trait de côte et des fonds marins.
INVENTAIRE DES OUVRAGES EXISTANTS	Tableau général des ouvrages existants, à l'étude et en projet. Analyse de l'impact des ouvrages de défense et des ports sur la morphodynamique du littoral.
PRÉVISION DE L'ÉVOLUTION FUTURE DU LITTORAL	Modèles mathématiques (morphodynamiques) et modèles physiques.



La réglementation et les démarches administratives



• Quadro giuridico e normativo - Italia

La costa, in una definizione puramente geografica, può essere considerata come quel tratto di territorio intermedio tra il mare e la terra in cui questi due elementi vengono a contatto.

Similmente, anche sotto il profilo politico - giuridico rappresenta un punto di contatto, però tra un'area costituente uno Stato ed il "mare territoriale", ossia un bene che pur essendo assoggettato alla sovranità dello Stato rivierasco è, per consuetudine, "res communis omnium".

Proprio in virtù di queste caratteristiche lo Stato italiano ha previsto per tali beni una particolare natura giuridica che trova le sue radici già nel diritto romano ove per essi veniva già stabilito, insieme ad altri beni particolarmente importanti per lo Stato, un regime di proprietà definito "dominium", ossia demanio.

Ecco che si spiega pertanto l'attuale nozione di demanio come quel complesso di beni appartenenti allo Stato, o su cui lo Stato esercita un diritto, che sono necessari al soddisfacimento degli interessi pubblici, da un lato a quelli dello Stato stesso (difesa militare, polizia, controlli antinquinamento, etc.) dall'altro a quelli della comunità sociale in generale.

L'ART. 822 DEL CODICE CIVILE E GLI ARTT. 28 E 29 DEL CODICE DELLA NAVIGAZIONE

Questi articoli regolamentano il demanio marittimo: il lido, la spiaggia, i porti, le rade; le lagune, le foci dei fiumi che sboccano in mare, i bacini di acqua salsa o salmastra che almeno durante una parte dell'anno comunica direttamente col mare; i canali utilizzabili ad uso pubblico marittimo. Sono inoltre considerate pertinenze del demanio stesso le costruzioni e le altre opere appartenenti allo Stato che esistono entro i limiti del demanio marittimo.

Allo scopo di garantire inalterata la funzione pubblica dei beni demaniali, essi sono stati resi dalla legge inalienabili: non possono quindi essere venduti e non possono formare oggetto di diritti a favore di terzi se non nei modi individuati dallo Stato stesso, attraverso autorizzazioni o concessioni.

L'ART. 59 DEL D.P.R. 616/1977 CUI È STATA DATA OPERATIVITÀ CON LA L. 494/1993

Riguarda il demanio; il passaggio di competenze è iniziato per le aree ad uso turistico ricreativo.

IL D.LGS. 112/1998

Il decreto ha esteso il trasferimento indicando in modo chiaro e definitivo come le coste divengano oggetto di trasferimento all'interno delle competenze regionali: allo Stato rimane la funzione di indirizzo generale e formulazione di criteri per la difesa delle coste e alle Regioni ed Enti locali la programmazione, pianificazione e gestione integrata degli interventi.



LA LEGGE 183/1989
(LEGGE NAZIONALE PER
LA DIFESA DEL SUOLO) E
LA LEGGE REGIONALE
9/1993

Questa legge introduce la difesa della costa come concetto innovativo rispetto al precedente concetto di difesa degli abitati, cioè legato alla pianificazione del litorale e alla sistemazione dei bacini imbriferi.

In campo regionale è stata emanata la legge 9/1993 con la quale la Regione Liguria ha subdelegato alle Province ed alla Città metropolitana, ove costituita, le funzioni regionali relative alla difesa delle coste, nel rispetto degli indirizzi generali e dei criteri, nonché nei limiti dei finanziamenti definiti dallo Stato.

LA LEGGE REGIONALE
13/1999 IN MATERIA DI
"DISCIPLINA DELLE
FUNZIONI IN MATERIA DI
DIFESA DELLA COSTA,
RIPASCIMENTO DEGLI
ARENILI, PROTEZIONE E
O S S E R V A Z I O N E
DELL'AMBIENTE MARINO
E COSTIERO, DEMANIO
MARITTIMO E PORTI"

La quale stabilisce che :

- alle Regioni competono la definizione di criteri e direttive per la realizzazione degli interventi, la promozione ed il coordinamento di concerto con le Province degli interventi e l'approvazione in forma concertata di questi ultimi con esclusione degli interventi stagionali di ripascimento,
- alle Province spetta la partecipazione alla funzione di promozione e di coordinamento degli interventi di difesa della costa e di ripascimento degli arenili, ivi compresi quelli di difesa degli abitati dalle erosioni,
- ai Comuni spetta l'approvazione e l'attuazione diretta degli interventi stagionali di ripascimento e anche degli interventi in materia di difesa degli abitati dall'erosione marina. L'approvazione dei progetti viene effettuata attraverso conferenza di servizi o accordo di programma indetta o promosso dalla Regione a cui partecipano la Provincia, i Comuni interessati alle opere, il Genio Civile Opere Marittime e ogni altra amministrazione interessata.

L'intero quadro delle deleghe è ancora in corso di perfezionamento e attuazione.

IL D.P.R. 16/04/1996
(ATTO DI INDIRIZZO E
COORDINAMENTO)
RECEPITO CON LA L.R.
38/1998

In relazione agli aspetti ambientali e alla tutela della biodiversità si ricorda che tale decreto ha introdotto le opere costiere destinate a combattere l'erosione nell'elenco delle opere soggette a V.I.A.

IL D.M. 24/01/1996

Relativo allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litorali emersi, nonché da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino.

IL D.P.R. 357/1997

Di recepimento della Direttiva CEE 92/43 che individua le praterie di posidonia tra gli habitat prioritari per la tutela della biodiversità.

IL P.T.C. DELLA COSTA
DELLA REGIONE LIGURIA

Approvato definitivamente alla fine del 2000, dove l'insieme degli aspetti relativi alla costa, ivi compreso lo studio del fenomeno dell'erosione e dei mezzi più corretti per contrastarlo, sono stati affrontati in forma integrata e che costituisce il quadro di riferimento regionale a livello normativo e progettuale.



• *Iter amministrativo - Italia*

Ripascimento degli arenili

La legge regionale n.13/1999, integrata dalle Linee Guida approvate nel 2001, prevede due diverse categorie di ripascimento: ripascimenti aventi carattere stagionale (quantità di sedimento versato sull'arenile inferiore a 10 m³/ml di spiaggia) e ripascimenti aventi carattere non stagionale.

Nel primo caso l'istanza può essere presentata da privati o dai Comuni e l'autorizzazione spetta al Comune. L'istanza deve essere corredata di una specifica relazione tecnica che affronta le tematiche di stabilità del ripascimento, geologiche e ambientali e contiene le analisi chimico batteriologiche.

La valutazione dell'idoneità del punto di vista chimico-batteriologico spetta all'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure (ARPAL), che può anche svolgere direttamente le analisi.

Nel caso si tratti di utilizzare quantitativi superiori a 10 m³/ml e per progetti di maggiore impatto il proponente attiva la Conferenza dei Servizi e il parere viene rilasciato in sede Regionale.

I ripascimenti effettuati con materiale di origine marina sono assoggettati al Decreto del Ministero dell'Ambiente del 24/01/96, che prevede specifiche indagini e procedure.

Costruzione di opere di difesa

La domanda, presentata da un Comune o da un privato alla Regione, deve essere corredata da: elaborati grafici, relazione tecnica descrittiva delle opere, documentazione fotografica. Ai sensi della vigente normativa tali opere devono essere approvata mediante Conferenza di Servizi (L. 340/2000) indetta dalla Regione. L'approvazione in linea tecnica delle opere spetta alla Regione.

La realizzazione di opere costiere quali dighe, moli, gettate e altri lavori di difesa dal mare (esclusa la loro manutenzione o ricostruzione), deve



essere inoltre assoggettata alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi della Legge regionale n. 38/1998. Questa valuterà tra l'altro gli impatti dell'opera sulle eventuali biocenosi di pregio presenti.

Le opere marittime devono anche ottenere l'autorizzazione paesistico-ambientale ai sensi della L.R. n. 20/91.

• *Cadres juridique et réglementaire - Monaco*

Il n'existe pas de textes spécifiques relatifs à la protection du littoral contre l'érosion. Cependant des textes dans le domaine de l'urbanisme et de la construction permettent d'intervenir dans ce domaine par le contrôle et la protection.

L'ORDONNANCE LOI
N° 674 DU
3 NOVEMBRE 1959
CONCERNANT
L'URBANISME, LA
CONSTRUCTION ET LA
VOIRIE (MODIFIÉE)

Elle soumet toute construction ou travaux sur ou dans le sol à une autorisation du Gouvernement. Cela permet un contrôle a priori (article 1er) et divise la Principauté de Monaco en trois secteurs réglementés de façon différente (article 5):

1. le secteur conservé : englobe Monaco-Ville et le ravin Sainte Dévote.
2. le secteur des ensembles ordonnancés : concerne les quartiers définis par Ordonnances Souveraines qui font l'objet de plans de coordination après avis du comité pour la construction, l'urbanisme et la protection des sites. Ces plans définissent les dispositions générales et particulières de construction.
3. le secteur des opérations urbanisées.

Pour le secteur des ensembles ordonnancés et le secteur des opérations urbanisées ce texte prévoit que soient maintenues, lors de toute opération de construction, des superficies non bâties comportant une partie complantée.

Il impose également le maintien des zones vertes (parcs, jardins publics) existantes (article 8).





L'ORDONNANCE
N° 3647 DU
9 SEPTEMBRE 1966
CONCERNANT
L'URBANISME, LA CON-
STRUCTION ET LA VOIRIE

Elle vient en complément de l'Ordonnance loi de 1959 et détermine notamment les conditions de délivrance des autorisations de constructions.
En outre, cette Ordonnance prévoit que toute opération de construction devra comporter la conservation ou la création " in situ " d'espaces plantés (article 56).

L'ORDONNANCE
N° 13.634 DU
25 SEPTEMBRE 1998
PORTANT CRÉATION
D'UNE DIRECTION DE
L'ENVIRONNEMENT, DE
L'URBANISME ET DE LA
CONSTRUCTION

Cette direction, placée sous l'autorité du Conseiller de Gouvernement pour les Travaux Publics et les Affaires Sociales a pour principale mission de préparer et appliquer la législation et la réglementation en matière d'environnement, d'urbanisme et de construction.
Elle est notamment chargée :

- des études, de la réglementation et du suivi des problèmes liés aux risques naturels majeurs,
- du contrôle du respect des lois et règlements en matière d'environnement, d'urbanisme et de construction,
- de la promotion de la coordination et du suivi d'actions visant à protéger l'environnement, à le gérer et à réduire l'impact environnemental des activités humaines,
- de la surveillance de la qualité du milieu et des sources de pollutions : investigations sur les sources de nuisances sonores ; étude de leur impact sur l'environnement ; observation et analyse des rejets, directs et indirects, tant dans l'atmosphère que les cours d'eau et le milieu marin,
- de l'étude de zonage de la Principauté, de l'étude des plans de coordination généraux et partiels, des projets de remembrement,
- de l'instruction des projets de constructions publiques ou privées et de la délivrance des autorisations de construire,
- de recueillir tous les éléments d'appréciation, notamment dans le cadre de l'esthétique sur tous les projets de constructions publiques ou privées.

L'ORDONNANCE
N° 10.505 DU
27 MARS 1992 PORTANT
ORGANISATION DE
LA COMMISSION
TECHNIQUE POUR LA
LUTTE CONTRE LA
POLLUTION ET POUR LA
SAUVEGARDE DE LA
SÉCURITÉ, DE
L'HYGIÈNE, DE LA
SALUBRITÉ ET DE LA
TRANQUILLITÉ PUBLIQUE

Les objectifs de cette commission sont, notamment, les suivants :

- proposer et surveiller l'application des règles propres à assurer sous tous les aspects, notamment en matière de travaux, de sécurité, d'hygiène, de salubrité et de tranquillité publique, à l'occasion de la construction, de l'aménagement, des modifications, ouvertures ou exploitation des immeubles ou bâtiments,
- rechercher et proposer l'application de toutes méthodes ou mesures techniques capables d'éviter ou diminuer les troubles causés lors de ces constructions ou de tout chantier,
- s'assurer du respect des règles d'hygiène, de sécurité et de salubrité,
- mettre en œuvre les règles et mesures permettant de lutter contre la pollution atmosphérique, terrestre et maritime.

LOI N° 1.198 DU
27 MARS 1998 PORTANT
CRÉATION DU CODE DE
LA MER

Dans son Livre II intitulé " Des espaces maritimes monégasques et du milieu marin ", cette loi instaure des dispositions relatives à la protection du milieu marin, du fond de la mer et de son sous-sol.

L'ORDONNANCE
N° 14.167 DU
5 OCTOBRE 1999 EN
APPLICATION DU LIVRE VII
DU CODE DE LA MER,
RELATIF À LA POLICE DES
EAUX TERRITORIALES ET
DES EAUX INTÉRIEURES

Elle définit et réglemente les plages et la pratique des bains de mer ainsi que la pratique des engins nautiques à moteur.



• Cadres juridique et réglementaire - France

Si les lois de décentralisation ont profondément modifié le droit français de l'urbanisme en opérant des transferts de compétences importants entre l'état et les communes, en revanche, la gestion du Domaine Public Maritime (DPM) et de la mer est restée de la compétence exclusive de l'Etat.

LOI DU
16 SEPTEMBRE 1807

Elle est relative à la prise en charge des responsabilités par les propriétaires riverains en cas d'érosion marine. Elle institue la règle fondamentale de l'initiative et de la maîtrise d'ouvrage conférées aux propriétaires riverains, et de l'imputation financière des travaux, aux propriétés protégées, généralement dans le cadre d'associations syndicales de propriétaires qui par l'intermédiaire d'une Déclaration de Travaux d'Intérêts Généraux peuvent effectuer des aménagements sur le domaine Public Maritime.

LOI DU
28 NOVEMBRE 1963

Elle tend à accroître le DPM tout en contrôlant son occupation et son utilisation, à assurer la satisfaction des besoins et des loisirs de l'ensemble des citoyens et à réduire la vulnérabilité à l'érosion.

LA CIRCULAIRE DU
3 JANVIER 1973

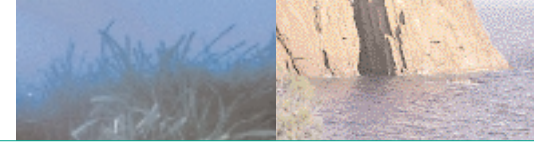
Elle rappelle les principes d'utilisation du DPM et son affectation naturelle : " assurer la satisfaction des besoins et des loisirs de l'ensemble des citoyens ".

LA LOI DU
10 JUILLET 1973

Elle autorise les collectivités à exécuter et à prendre en charge, avec ou sans subventions de l'Etat, tous travaux de protection contre la mer ainsi que leurs frais d'entretien lorsque ces travaux présentent pour elles un caractère d'Intérêt Général.

LOI DU 10 JUILLET 1976
SUR LA PROTECTION DE LA
NATURE

Art.1 : " La protection des espaces naturels et des paysages (...) contre toutes les causes de dégradations qui les menacent sont d'Intérêt Général ".



DÉCRET N° 79-518 DU
29 JUIN 1979

Il définit d'une part le cahier des charges entre l'Etat et les collectivités pour l'aménagement d'équipements et d'autre part les différents documents permettant d'organiser la protection.

LOI " BOUCHARDEAU " DU
12 JUILLET 1983 RELATIVE
À LA DÉMOCRATISATION
DES ENQUÊTES PUBLIQUES
ET À LA PROTECTION DE
L'ENVIRONNEMENT

Art 1 : " La réalisation d'aménagement d'ouvrages ou de travaux, exécutés par des personnes publiques ou privées est précédée d'une enquête publique ... lorsqu'en raison de leur nature, de leur consistance ou du caractère des zones concernées, ces opérations sont susceptibles d'affecter l'environnement ".

DÉCRET N°85-453 DU
23 AVRIL 1985 MODIFIÉ

Pris pour application de la loi du 12 juillet 1983, il présente une liste des trente sept catégories d'aménagements, qui doivent être précédés d'une enquête publique.

LOI " LITTORAL " DU
3 JANVIER 1986

Elle régleme l'urbanisme et les équipements dans les espaces proches ou éloignés du rivage et fixe un cadre juridique pour les nombreuses décisions concernant la Protection, l'Aménagement et la Mise en Valeur du littoral. Elle consiste à assurer la protection des espèces biologiques et écologiques, la lutte contre l'érosion, la préservation des sites et paysages du patrimoine et le maintien et le développement d'activités économiques dans la zone littorale.

Les articles 20,21et 24 stipulent des dispositions sur les pressions exercées sur le littoral et contribuant aux phénomènes d'érosion.

L'article 27 dispose qu'il ne peut être porté atteinte à l'état naturel du rivage à l'exception des ouvrages de défense contre la mer.

ARRÊTÉ DU 19 JUILLET
1988 COMPLÉTANT LA LOI
DU 10 JUILLET 1976

Relatif aux espèces végétales marines protégées, il édicte la protection des Posidonies et des Cymodocées.



LOI SUR L'EAU DU 3 JANVIER 1992
Elle régit l'usage de la ressource en eau, les prestations des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides, et la restauration de la qualité des milieux.

LOI PAYSAGE DU 8 JANVIER 1993
Relative à la protection et la mise en valeur du paysage, elle modifie certaines dispositions législatives en matière d'enquête publique.

DÉCRET N° 93-742 DU 29 MARS 1993
Il permet la mise en application des procédures d'autorisation et de déclaration prévues par l'article 10 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1993.

DÉCRET N°93-743 DU 29 MARS 1993
Relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de la loi sur l'eau, il définit six rubriques : nappes d'eaux souterraines, eaux superficielles, mer, milieux aquatiques en général, ouvrages d'assainissement, activités et travaux de façon générale.

LOI DU 2 FÉVRIER 1995 RELATIVE AU RENFORCEMENT DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
Elle définit les principes de précaution et d'actions préventives selon lesquels l'absence de certitude doit conduire les responsables de l'aménagement à prendre des mesures effectives et proportionnelles afin de prévenir tout risque de dommages graves, irréversibles à long terme et qui doit conduire à agir à la source pour prévenir les atteintes à l'environnement.

DÉCRET DU 19 DÉCEMBRE 1997 SUR LA FIXATION ET LA PROTECTION DES DUNES
Il régleme la coupe de plans d'oyats, roseaux des sables, épines maritimes, pins, sapins, mélèzes et autres plantes conservatrices des dunes.

• Démarches administratives - France

Entreprendre correctement la construction d'ouvrages maritimes de défense contre l'érosion, c'est avant tout maîtriser les cadres juridique et réglementaire, et comprendre les responsabilités et les rôles des différents acteurs et partenaires concernés par ce type d'aménagement.

Les rôles et les responsabilités

La concertation doit être aussi large que possible (propriétaires riverains, collectivités territoriales et en particulier la Région, collectivités locales, services administratifs, associations syndicales de propriétaires, associations pour la protection de la Nature, estivants, public, scientifiques, ...) pour permettre une meilleure pertinence des choix pour l'élaboration de documents qui constituent les principaux outils d'information et de concertation auprès du public.

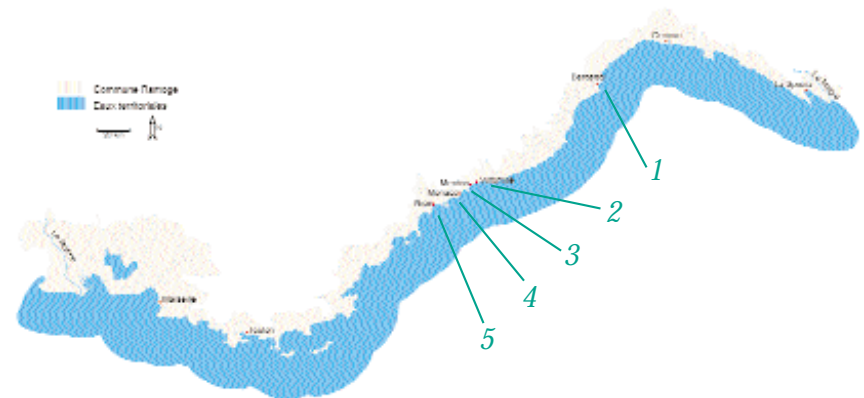
Les démarches administratives

DÉROULEMENT DE LA PROCÉDURE	ACTEURS / PARTENAIRES
Initiative de la collectivité territoriale	Pétitionnaire public (commune, département, syndicat mixte, groupement de collectivités) ou privé (associations syndicales de propriétaires)
Etude technique et financière Notice d'impact ou étude d'impact * <small>* si montant ≥ 1,830 Me ou surface ≥ 2000 m²</small>	DDE, Cabinet spécialisé
Délibération sur le projet à soumettre et transmission au Préfet	Pétitionnaire
Instruction réglementaire et enquête publique (dans le cadre du décret n°79-518 du 29 juin 1979)	Diligentée par le Service Maritime de la DDE avec consultation des services concernés : DIREN, DSF, DDASS, DDAM, Conseil Général, Conseil Régional, Commission Locale de l'Eau, Mission déléguée de bassin, Conseil Départemental d'Hygiène, maires, CCI, Préfet Maritime,...
Avis à la collectivité	Commissaire enquêteur ou commission d'enquête
Délibération de la collectivité au vu du rapport	Pétitionnaire
Mise au point définitive et signature	Pétitionnaire
Autorisation des travaux	Préfet
Appels d'offres avec publicité	Pétitionnaire
Contrôle des travaux	Entreprise spécialisée ou groupement d'entreprises



Cas d'études illustrés

- Plage de Bergeggi - Italie (1)
- Plages de Vintimille, Camporosso, Vallecrosia et Bordighera (de l'embouchure du fleuve Roya au Cap S. Ampelio) - Italie (2)
- Plage de la Baie Ouest - Menton - France (3)
- Plage du Larvotto - Monaco (4)
- Plage de la Baie des Anges - Nice - France (5)





• Plage de Bergeggi - Italie

Type de plage : Plage artificielle

Matériau : Sable grossier

Réponse technique : Engraissement



Cadre géographique

Plage artificielle d'une longueur d'un kilomètre, formée de sédiments d'origine alluviale composés de matériaux clastiques de granulométrie fine, arrondis, à forte composante quartzuse-feldspathique, associés à une fraction de matériaux limoneux ou argileux. La plage est comprise dans l'unité physiographique limitée par la Punta delle Grotte au Sud-Ouest et la Punta Bergeggi au Nord-Est, dans la Commune de Bergeggi, Province de Savone.



Evolution historique

Jusqu'à la fin des années 50, le littoral était exclusivement rocheux, à l'exception d'une petite plage instable de faible dimension (avec un front de 60 m et une profondeur maximale de 8 à 10 m) entre un restaurant construit en saillie sur un éperon rocheux et la Punta Bergeggi.

Au début des années 60, la Commune de Bergeggi connut un essor d'urbanisation considérable et des quantités importantes de matériaux ont été déchargées à environ 150 m au Nord de la Punta delle Grotte. Une nouvelle petite plage s'est ainsi constituée sur un littoral jusqu'à présent rocheux.


En même temps, le transport littoral en direction Nord-Est, alimenté par ces apports artificiels, augmentait sensiblement la petite plage préexistante accolée à la Punta Bergeggi.

Il ne s'agissait alors que de simples lambeaux sableux, mais ils permirent cependant de faire des observations précieuses pour une intervention future.

Après une étude et un plan d'intervention, ces remblais ont été utilisés pour la construction de la plage sur le littoral de Bergeggi réduisant ainsi la dépense pour la réalisation des ouvrages rigides.

Deux épis en blocs naturels furent construits, pour un coût d'environ 30 000 € chacun et près de 500 000 m³ de matériaux furent déversés (500 m³ par mètre linéaire), afin d'absorber d'abord le mouvement des vagues et ralentir leur déplacement vers l'Est et de permettre ensuite aux sédiments de se répandre sous l'action de la houle. Le matériau était formé à environ 15% de sédiments fins, argiles et limons, le pourcentage restant étant composé de sable plus ou moins grossier.

Les déversements de matériaux eurent lieu à plusieurs reprises et se poursuivirent sur une période totale de trois ans.



Tout au long de ces interventions, l'impact des déversements sur la santé des herbiers de Posidonies présents sur les fonds de plus de 6 m, et le risque de colmatage du port de Vado Ligure ont été étudiés. Il en est ressorti que les fortes conditions hydrodynamiques régnant dans la zone n'avaient pas endommagé les herbiers de Posidonies.

En 1970 le tas de remblais amoncelé en mer avait déjà été en grande partie emporté et les sédiments redistribués latéralement. Le littoral changea alors d'aspect avec la naissance d'une grande plage qui fut entretenue par divers rechargements et quelques légères modifications des structures.

Par la suite, le recul de la plage située au Nord du rocher de la Madonnetta, qui se trouve à 250 m du Cap de Bergeggi a été observé.

Constataction actuelle

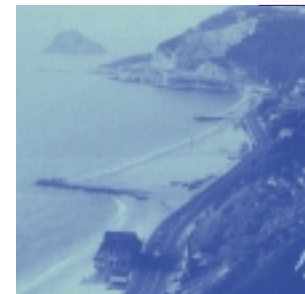
Depuis, il s'est instauré une situation de réflexion de la houle sur le mur de la route nationale, qui menaçait de progresser vers le Nord. En 1990, un projet pour corriger ce phénomène, a été élaboré. Ce projet, réalisé trois années après, prévoyait la construction d'un épi incliné vers le Nord ancré sur le rocher de la Madonnetta conjointement au déversement de 11 000 m³ de gravier et à l'ajustement des deux épis existants. Une fois ces travaux terminés, les trois segments de la plage se sont stabilisés.

La profondeur et la forte pente des fonds favorisent la réduction progressive de la largeur de la plage, si bien que cette dernière a besoin non seulement d'un entretien régulier des structures, mais aussi d'une certaine alimentation artificielle périodique, évaluée à 500 m³/an, inférieure à celle prévue en cours de projet, qui était d'environ 3 000 m³/an.

La fraction fine des sédiments déversés se déplace vers le Nord-Est, franchit l'épi construit sur la pointe de Bergeggi et alimente la plage à l'Ouest de Capo Vado.

Considérations économiques

La plage de Bergeggi a été réalisée grâce à la réutilisation de matériaux extraits sur des chantiers. Cette opportunité a permis de réduire sensiblement les coûts de ces aménagements. La redistribution naturelle du matériau le long de la côte sous l'effet des courants littoraux a aussi permis de limiter les coûts et les moyens d'entretien.





• Plages de Vintimille, Camporosso, Vallecrosia et Bordighera (de l'embouchure du fleuve Roya au Cap S. Ampelio) - Italie



Type de plages : Plages naturelles

Matériaux : Galets et graviers

Réponses techniques : Barrières brise-lames et épis

Cadre géographique

Plages de galets d'une longueur d'environ 6 km comprises entre l'embouchure du fleuve Roya à l'Ouest et Capo S. Ampelio à l'Est, cette zone intéresse les communes de Vintimille, Camporosso, Vallecrosia et Bordighera.

Évolution historique

Les Fleuves Roya et Nervia, avec un bassin d'environ 850 km², ont assuré, jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, une alimentation naturelle des plages situées à proximité de leur embouchure. La progression du linéaire côtier a été immédiatement suivie par l'urbanisation du littoral.

Vers la fin du XIX^{ème} siècle, les extractions de matériaux inertes des lits des fleuves, utilisés dans l'agriculture et le bâtiment, ainsi que la réflexion de la houle provoquée par la nouvelle promenade de bord de mer mirent fin à la progression du linéaire côtier et déclenchèrent une phase érosive. Entre 1904 et 1939, la côte a ainsi enregistré un recul atteignant par endroits 200 m. Les premiers épis ont alors été construits mais leur efficacité est restée limitée.

Au cours de la guerre, l'extraction des matériaux des fleuves a été interrompue, ce qui inversa la tendance et détermina un léger engraissement du linéaire côtier.

À la fin du conflit, les dragages reprirent et le littoral recommença à reculer. On tenta d'enrayer cette phase érosive en construisant de nouveaux ouvrages de défense.

Mais l'exposition presque perpendiculaire de la côte au vent du Sud-Ouest dit "libeccio", repousse les matériaux vers l'embouchure des fleuves et limite ainsi le transport des sédiments.

Cette situation a ainsi favorisé la formation d'une grande barre qui se développe sur la rive gauche de l'embouchure et qui est à l'origine d'une vaste plage de galets. Cette barre d'ailleurs souvent fait l'objet de dragages pour l'engraissement des plages en cours d'érosion situées à l'Est.

À l'extrémité Ouest de cette zone, la construction de l'épi de Capo S. Ampelio a cloisonné le système, les faibles quantités de sédiments en transit n'étant pas en mesure de le franchir.

Cette zone peut être subdivisée en quatre unités secondaires pour lesquelles les interventions de défense sont de natures différentes. Le trait de côte



compris entre l'embouchure de la Roya et l'embouchure de la Nervia peut être subdivisé en deux portions mesurant chacune 800 m de long : la première est actuellement protégée par des ouvrages de défense émergés construits parallèlement à la côte, la deuxième par des ouvrages de défense émergés transversaux. Entre l'embouchure de la Nervia et l'épi qui délimite la plage de Bordighera à l'Ouest, les ouvrages sont parallèles au linéaire côtier d'un bout à l'autre de la Commune de Vallecrosia, alors qu'à la côte, la plage de Bordighera est protégée par différents types d'ouvrages.

Malgré les multiples solutions adoptées pour défendre le littoral, il a été parfois nécessaire de recourir à la construction de défenses adhérentes afin de protéger la route de bord de mer qui, en raison de la forte érosion, a été par endroits déviée vers l'intérieur.

Constataction actuelle

Actuellement, cette zone est presque entièrement protégée par des récifs, à l'exception de petites plages de galets qui se sont formées en amont des ouvrages transversaux, à l'embouchure des deux fleuves.

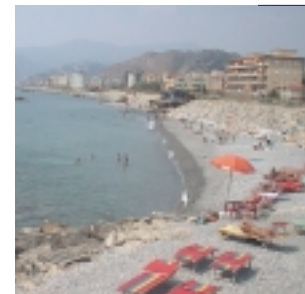
La plus grande plage est sans aucun doute celle qui s'est formée et qui peut être considérée comme le prolongement morphologique de l'importante barre située à l'embouchure de la Roya. La diversité des ouvrages de défense n'a pas produit une réelle amélioration des zones de baignade, mais a diminué la circulation de l'eau à certains endroits, entraînant la dégradation de la qualité de l'eau.

La Région Ligurie a prévu dans son " Plan de Côte " une intervention visant à améliorer la situation existante par la réorganisation des ouvrages de défense rigides pour une lutte plus efficace.

Ce projet nécessitera un apport important de matériaux dont les caractéristiques granulométriques répondront à une meilleure utilisation de la plage (graviers fins, de 7 mm de diamètre).

Considérations économiques

Bien que le coût de ce réaménagement sera considérable, il sera possible de limiter les dépenses grâce à la réutilisation des enrochements actuels et à une exploitation rationnelle des sédiments des deux fleuves. En effet, ces matériaux, convenablement mélangés à des sédiments de plus faible granulométrie, peuvent constituer une ressource importante pour l'obtention des volumes de matériaux inertes nécessaires à la réhabilitation de l'ensemble de la zone.





• Plage de la Baie Ouest - Menton - France



Type de plage : Plage naturelle

Matériau : Galets

Réponses techniques : Barrière brise-lames immergée (butée du pied de plage) - Epis

Cadre géographique

Plage de galets de 1,7 km de long, située à l'Ouest de la Commune de Menton, limitée à l'Ouest par le terre-plein de Carnolès construit en 1960, et à l'Est, par le terre-plein du Bastion, réalisé dans les années 80 pour la protection de la station d'épuration avec les matériaux provenant de l'excavation du bassin de cette même station.

Evolution historique

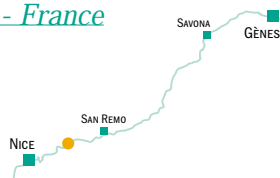
La plage de Menton a été formée par des apports solides des torrents qui débouchent à l'intérieur de la baie et sont redistribués le long du littoral par le courant côtier dirigé d'Ouest en Est.

En 1980, la construction en haut de plage, d'un perré (mur incliné) maçonné limitant le bord de mer renforça l'action des tempêtes par son pouvoir réfléchissant et provoqua un amaigrissement de la plage au point de rendre nécessaire la défense du perré.

La Baie Ouest, directement et fréquemment soumise à l'action des houles provenant des secteurs compris entre Est-Sud-Est et Sud-Sud-Est, avait donc besoin d'une intervention permettant la formation d'une plage d'une largeur compatible avec la vocation touristique et balnéaire de la ville de Menton.

En 1994, la plage a été réaménagée sur une longueur de 960 m avec la construction de deux cellules délimitées par deux épis transversaux reliés à leur extrémité par deux barrières brise-lames parallèles à la côte, immergées à - 2.20 m et situées à une distance de 96 m de la promenade.

A l'intérieur des cellules, 182 000 m³ (soit 190 m³ par mètre linéaire) de galets ont permis la création d'une plage d'une largeur moyenne d'environ 30 m. Cette plage est suspendue et repose sur un substrat de blocs de 70 à 150 kg, qui relie la base de la plage à la barrière brise-lames immergée.



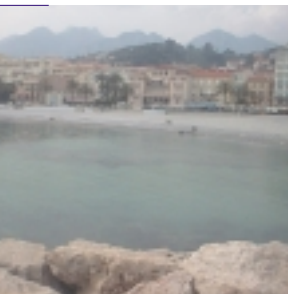
Constatation actuelle

La plage de Menton a actuellement atteint une certaine stabilité. Les galets, tout en se déplaçant d'Ouest en Est, ne s'éloignent pas vers le large, en raison de leur granulométrie grossière. Il est donc suffisant, à chaque saison, de redistribuer le matériau qui s'accumule à l'Est le long de la côte pour obtenir une plage d'une largeur homogène de 25 à 30 m.

Pour l'accès à la mer, les baigneurs rencontrent une forte déclivité dans la zone de déferlement des vagues. Cet inconvénient est étroitement lié aux conditions météomarines et à la granulométrie du matériau déversé, qui maintient des angles de repos pentus et forme ainsi des crêtes de berme fortement verticalisées.

Considérations économiques

L'aménagement de la première portion de plage a coûté environ 5 millions d'Euros. Chaque année, environ 45 000 € sont dépensés par kilomètre, afin de ramener vers l'Ouest le matériau qui s'accumule au pied du terre-plein du Bastion et pour effectuer des dépôts des galets d'une dimension moyenne de 2 cm afin d'améliorer l'agrément de la plage.





• Plage du Larvotto - Monaco



Type de plage : Plage artificielle

Matériau : Gravier concassé

Réponses techniques : Barrière brise-lames immergée (butée du pied de plage) - Epis et barrières brise-lames émergés



Cadre géographique

Plage alvéolaire, mesurant 500 m de long, située à l'extrémité Est de la Principauté de Monaco. La plage, d'origine artificielle, est constituée de graviers concassés d'un diamètre compris entre 3 et 8 mm provenant de carrières calcaires situées dans l'arrière-pays.

Evolution historique

Il s'agit de la première plage artificielle en Méditerranée et vraisemblablement au Monde. Jusqu'en 1960, aucune plage naturelle n'avait pu se former sur le littoral abrupt et rocheux où la forte pente des fonds et l'obliquité des houles incidentes accentuent le transport littoral des sédiments. De plus, la présence de la ligne de chemin de fer longeant la côte ne facilitait pas la formation d'une plage naturelle.

En réponse à la nécessité de réaliser une zone de baignade pour la population monégasque, dans le cadre des projets d'urbanisation et d'extension du quartier du Larvotto, le littoral a été aménagé.

C'est ainsi qu'en 1961 a été construit, à l'Ouest de la plage actuelle, le terre-plein du Portier (35 000 m²) et deux ans plus tard, en 1963, a été achevée la construction du terre-plein du Larvotto (54 000 m²) qui délimite la plage vers l'Est.

Les ouvrages nécessaires pour assurer la stabilité de la plage en construction ont été réalisés entre 1965 et 1967 : deux épis transversaux émergés d'environ 4 m et trois brise-lames parallèles émergés mesurant chacun 70 m de long ont été réalisés au droit de l'isobathe -5 m. Enfin, dans l'intervalle séparant les brise-lames, deux brise-lames immergés ont été construits entre les isobathes -2 et -5 m. Derrière cette butée artificielle, une plate-forme sous-marine horizontale à base de remblais a été aménagée.

La plage a d'abord été renforcée par un noyau en remblais avant d'être recouverte de gravillons. Ce noyau a pour but de renforcer la plage et de protéger la promenade en amont.

Constatation actuelle

L'association des ouvrages susdits a déterminé une zone de faible énergie, capable d'assurer la stabilité des sédiments déposés et, par conséquent, la création d'une plage artificielle de largeur constante, ne nécessitant que peu d'interventions d'entretien.

Ce type d'aménagement a fait preuve d'une remarquable efficacité. Après plus de 40 ans d'existence, la plage du Larvotto s'étend sur 50 m de large.

Bien qu'il s'agisse d'une plage artificielle protégée par des ouvrages rigides émergés et immergés, la structure s'intègre dans le milieu environnant. La granulométrie des matériaux d'engraissement apparaît bien adaptée. Bien que le matériau soit produit par concassage, la nature calcaire des sédiments permet aux galets de s'arrondir rapidement sous l'action des vagues.

Afin de garantir la qualité de l'eau et des biocénoses présentes sur les fonds marins, la Réserve Naturelle du Larvotto a été créée en 1976, avec, pour conséquence, l'interdiction de la pêche et de la navigation des bateaux à moteur. La surveillance de l'état de santé des herbiers de Posidonies, de la qualité de l'eau et de la faune marine (qui s'est accrue grâce à l'immersion de récifs artificiels) a démontré le très faible impact sur l'environnement marin causé par la construction de la plage du Larvotto.

Considérations économiques

Nous pouvons chiffrer les dépenses annuelles de la Principauté pour l'entretien de la plage du Larvotto à environ 6 000 € par an pour 300 tonnes de gravillons provenant des carrières de l'arrière-pays.

En 2001, en raison des violentes intempéries, il a fallu déverser sur la plage 500 tonnes de graviers, soit un coût de 10 000 €. Le coût du gravier peut ainsi être estimé à environ 20 € la tonne (concassage, lavage, transport et mise en place compris).





• Plage de la Baie des Angés Nice - France



Type de plage : Plage naturelle

Matériaux : Galets et gravier

Réponses techniques : Épiss et engraissement

Cadre géographique

Plage longue de 4,5 km, située le long de la "Promenade des Anglais", entre le cap de Rauba Capeu à l'Est et le terre-plein de l'aéroport Nice - Côte d'Azur à l'Ouest. La plage se développe entre une plaine côtière urbanisée en amont et un plateau en pente entaillé par des canyons sous-marins.

Evolution historique

La plage de Nice a été formée par les apports sédimentaires des fleuves Paillon et Var. Le Var, avec un bassin d'environ 28 000 km², constitue la principale source de sédiments, même si actuellement, suite à la construction du terre-plein qui accueille l'aéroport de Nice - Côte d'Azur, il débouche en dehors de son unité physiographique.

À partir de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, la basse vallée du Var et son delta ont été transformés pour un usage agricole et routier et le lit du fleuve a été endigué pour limiter les inondations. Aussi, la construction d'ouvrages de retenue et de régulation des eaux a favorisé l'accumulation de sédiments et le rehaussement du niveau de la nappe alluviale du Var qui, à partir du milieu des années 60, s'est considérablement affaïssée en raison des prélèvements importants dont elle a fait l'objet.

A partir des années 60, la plage de Nice a été exposée à des phénomènes érosifs liés à la diminution des apports solides et à la construction de nombreuses infrastructures côtières. Pour pallier le phénomène, il a fallu construire en haut de plage, un perré (mur incliné) qui protège la " Promenade des Anglais ".

Depuis 1976, rechargements et reprofilages de la plage sont assurés deux fois par an, à des fins touristiques. Le volume déversé entre 1976 et 1994 a été d'environ 400 000 m³ (soit 22 000 m³ par an) d'éléments mixtes (graviers, cailloux et sable). Les études montrent que le bilan global s'équilibre grâce à ces engraissements, car les pertes définitives en sédiments ont été évaluées à environ 15 000 - 20 000 m³ par an.



Les engraissements ont rétabli une largeur minimum de la plage d'environ 30 m. Il y a toutefois des écarts sensibles entre les dimensions de certains secteurs en voie d'érosion et celles d'autres secteurs qui s'engraissent. Ceci s'explique par la présence d'un système composé d'une vingtaine d'épiss qui freinent le transport longitudinal et de micro-canyons sous-marins qui servent de canalisations directes d'évacuation des sédiments vers le large.

Constatacion actuelle

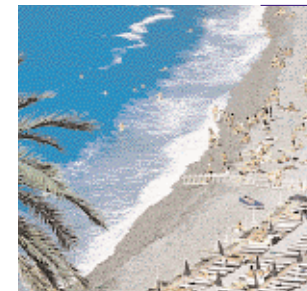
La morphodynamique actuelle de cette plage est conditionnée par les tempêtes violentes, mais la réponse à celles-ci dépend étroitement de la variabilité morphologique longitudinale de la plage, des rechargements plus ou moins ponctuels et épisodiques, de la subdivision en plusieurs cellules à travers la construction d'une vingtaine d'épiss transversaux plutôt courts qui doivent retenir la composante plus grossière du sédiment et le reprofilage saisonnier d'une grande partie de la plage.

Lors des tempêtes, les galets, repoussés vers la partie haute forment une plage courte et pentue. Les galets et les graviers sont alors ramenés vers la mer au moyen de pelles mécaniques pour rétablir un profil plus doux. De cette manière, la plage est de nouveau prête à absorber l'énergie des vagues sans causer de dégâts aux infrastructures de la " Promenade des Anglais ".

Il est important de constater que, bien qu'il s'agisse d'une plage alimentée artificiellement et protégée par une série d'épiss, l'absence d'ouvrages de type barrières brise-lames émergés ou immergés permet une bonne circulation de l'eau.

Considérations économiques

Les sédiments utilisés pour l'engraissement artificiel de ces plages ont été prélevés du Var à l'occasion du curage de son lit à la suite de crues.





Bibliographie

Aminti P., Pranzini E., (1993) – L'erosione e la difesa dei litorali. In : La difesa dei litorali in Italia. A cura di Aminti P. e Pranzini E. Edizioni delle Autonomie, Roma, pp. 9-22.

Anthony E.J., Cohen O., (1995) – Nourishment Solutions to the Problem of Beach Erosion in France : The Case of the French Riviera. In : Healy M.G., Doody J.P. (Rds.), Directions in European Coastal Management. Samara Publishers, Swansea, pp. 199-206.

Anthony E.J., Cohen O., (1996) – Organisation et déstabilisation morphodynamiques des plages de galets de la Baie des Anges, Côte d'Azur. Revue d'Analyse Spatiale Quantitative Appliquée, pp. 29-37, 38/39.

Anthony E.J., Dubar M., Cohen O., (1998) – Les cordons de galets de la Baie des Anges : histoire environnementale et stratigraphique ; évolution morphodynamique récente en réponse à des aménagements. Géomorphologie : relief, processus, environnement, pp. 2, 167-188.

Advanced study course "Mediterranean Integrated Coastal Area Management (MICAM 2000)", Université de Nice, France, 4-15 September 2000, 200 p.

Berriolo, G. (1985) – Metodi di difesa della spiaggia. In : La gestione delle aree costiere. A cura di Pranzini E. Edizioni delle Autonomie, Roma, pp. 145-171.

Berriolo G., Gallareto E., Siritto G. (1967) – Studio per il miglioramento ed incremento degli arenili. Ente provinciale per il Turismo. Imperia.

Berriolo G., Siritto G. (1972) – Spiagge e porti turistici. Hoepli, Milano, pp. 17-172.

Bird E.C.F. (1985) – Coastal changes. Wiley Interscience, Chichester, pp.219.

Bouchet R. (2000) – Les houles en Méditerranée. [Http://www.ramoge.org](http://www.ramoge.org).

Corradi N. (1980) – Alcuni esempi di problemi connessi con l'antropizzazione delle coste della Liguria. Atti del XII Forum del Rotary International sulla fascia costiera ligure-tosco-laziale, Viterbo, 19-20 Aprile 1980.

Corradi N., Cortemiglia G.C., Fanucci F., Ferrari M., Fierro G., Firpo M., Piccazzo M., Tucci S. (1989) – Atlante delle spiagge italiane, C.N.R. Fogli N° 92-93 e 102. S.EL.CA. Firenze.

Cortemiglia G.C., Lamberti A., Libertatore G., Lupia Palmieri E., Stura S., Tomasicchio U. (1983) – Raccomandazioni tecniche per la protezione delle coste. Progetto finalizzato " conservazione del suolo ", Sottoprogetto "Dinamica dei litorali", C.N.R., Roma. Pubblicazione N.156, pp.81.

Direction Départementale de l'Equipement des Alpes-Maritimes. Service Maritime, Hydraulique et Assainissement (1994) – Aménagement des plages de la Promenade du Soleil de Menton. Dossier de consultation des entreprises, Nice.

Direction Départementale de l'Equipement des Alpes-Maritimes. Bureau d'Etudes du Service Maritime, Hydraulique et Assainissement (1995), a – Etat des plages du littoral des Alpes-Maritimes, Nice.

Direction Départementale de l'Equipement des Alpes-Maritimes. Bureau d'Etudes du Service Maritime, Hydraulique et Assainissement (1995), b – Inventaire des ouvrages maritimes, Nice.

European Union for Coastal Conservation (1999) – European Code of Conduct for the Coastal Zone . In : <http://www.coastalguide.org/code/index.html>

Gallareto E. (1960) – La difesa delle spiagge e delle coste basse. Hoepli, Milano, pp.233.

Maglia S., Santoloci M. (1997) – Il codice dell'ambiente. Ed. La Tribuna, Piacenza.

Ministère de l'Aménagement, du Territoire et de l'Environnement (1997) – La défense des côtes contre l'érosion marine. Pour une approche globale et environnementale.

Paskoff R. (1993) – Côtes en danger. Ed. Masson.

RAMOGE / Gestion du littoral (1998) – Organisation des compétences administratives et comparaison des réglementations dans la zone RAMOGE.

Regione Liguria, Dipartimento Pianificazione Territoriale e Urbanistica (1999) – P.T.C. della Costa.

Service technique central des ports maritimes et voies navigables (1988) – Recommandations pour la conception et la réalisation d'aménagements et la défense du littoral contre l'érosion marine. ERPM n° 8801.

Studio Siritto (2000) – Gara di progettazione per la difesa delle spiagge nel tratto di costa compreso tra Capo Mortola e Capo S. Ampelio : proposta dei criteri di intervento. Savona.

U.S. Army Corps of Engineers (1984) - Shore Protection Manual. Coastal Engineering Research Center, 4th Ed. U.S. Government Printing Office, Washington D.C., Volumes I & II.

Remerciements

Professeur Fierro, chef de la délégation italienne à la commission.

Les membres du groupe de travail RAMOGE

"Réflexion sur l'érosion du trait de côte"

et les organismes qu'ils représentent :

Italie : la Région Ligurie, l'Université de Gênes,

Monaco : le service de la marine, le centre scientifique de Monaco, le service des travaux publics,

France : le service mer de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

S. Agnelli de l'Université de Nice-Sophia Antipolis

et S. Metelliano de l'Université de Gênes

pour la réalisation du document.

C. Pellicia, B. Chassefière, M. Popoff, spécialistes, pour leur participation.

F. Barnay, pour la réalisation cartographique.

DYNACTIS et S. Agnelli pour la finition, la conception graphique et l'édition.

Crédit photographique : S. Agnelli, R. Bouchet, C. Pellicia, L. Tunesi et Ville de Nice.



Ce guide a été réalisé à l'attention des maîtres d'ouvrages, principaux responsables des décisions et des actions pour la défense du littoral contre l'érosion marine. Il a pour objectifs de les guider afin de mener à bien les projets et la réalisation de travaux de défense, qui, mal étudiés, peuvent n'avoir qu'une efficacité limitée, voire des impacts négatifs sur la morphologie du littoral, l'hydrodynamique de la zone côtière, la qualité du milieu marin et l'environnement en général.



RAMOGE

16 Bd de Suisse - " Villa Girasole" - 98 000 Monaco

Tél : +377 93 15 42 29 - Fax : +377 97 77 73 22

<http://www.ramoge.org>

E-mail : ramoge@ramoge.org