Service contract B4-3301/2001/329175/MAR/B3
"Coastal erosion – Evaluation of the need for action"
Direction générale de l'Environnement
Commission Européenne

Vivre avec l'érosion côtière en Europe : Espaces et sédiments pour un développement durable

Bilans et recommandations du projet EUROSION

Document traduit de l'anglais

10 mai 2004

Institut national des côtes et de la mer des Pays-Bas (RIKZ)
Union européenne pour la protection du littoral (EUCC)
IGN France International
Université autonome de Barcelone (UAB)
Bureau de Recherche Géologiques et Minières (BRGM)
Institut français de l'environnement (IFEN)
EADS Systems & Defence Electronics

SOMMAIRE

LE PROJET EUROSION **2**

RÉSUMÉ **3**

FACTEURS INFLUENÇANT L'ÉROSION CÔTIÈRE **10**

PRINCIPAUX BILANS **16**
Bilan 1 : Le "coastal squeeze" et le déficit sédimentaire *16*
Bilan 2 : L'évaluation environnementale et économique *17*
Bilan 3 : Les risques liés à l'érosion côtière *18*
Bilan 4 : La lutte contre l'érosion côtière *19*
Bilan 5 : La gestion de l'information *22*

LA VISION D'EUROSION **25**

QUATRE RECOMMANDATIONS POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'ÉROSION CÔTIÈRE **31**
EUROSION Recommandation N° 1 *31*
EUROSION Recommandation N° 2 *36*
EUROSION Recommandation N° 3 *40*
EUROSION Recommandation N° 4 *47*

LE PROJET EUROSION

Le rapport “Vivre avec l’érosion côtière en Europe : Espaces et sédiments pour un développement durable” a été réalisé dans le cadre d’EUROSION, suite à un appel d’offres lancé en 2002 par la Direction générale de l’Environnement (Commission Européenne). Le Parlement Européen ayant adopté auparavant un amendement budgétaire visant à encourager la réflexion sur la question de l’érosion côtière.

L’objectif global du projet EUROSION est de fournir à la Commission Européenne une évaluation de l’érosion côtière en Europe, des problèmes qui en résultent, et des succès et des échecs des mesures prises pour lutter contre cette érosion. EUROSION vise également à formuler un ensemble de propositions pour replacer le problème de l’érosion côtière dans le cadre de la gestion côtière à des niveaux européens, nationaux, régionaux et locaux.

Pour atteindre cet objectif, EUROSION générera :
- une base de données paneuropéenne (1:100 000) évaluant l’état des côtes et des indicateurs de sensibilité aux risques d’érosion côtière ;
- des directives et un prototype pour un système d’information locale (1:25 000) pour la planification et la gestion de l’érosion de l’échelle locale à régionale ;
- un guide de gestion du trait de côte sous forme d’une base de données interactive contenant les résultats d’études de cas ;
- un rapport de recommandations sur la politique à suivre.

Ce rapport a été rédigé sur la base :
- des résultats du projet EUROSION et des contributions de l’équipe d’EUROSION ;
- des contributions d’un panel international d’experts ;
- de la consultation du groupe d’orientation d’EUROSION ;
- de la consultation de l’organe consultatif d’EUROSION, un comité ad hoc composé d’environ 50 membres au sein duquel sont représentés les divers intérêts publics, privés, et non gouvernementaux sur le littoral ;
- de deux groupes de travail spécialisés comprenant des membres du groupe consultatif et autres experts (en 2003) ;
- de trois réunions de consultation organisées à Bruxelles (en 2004).

Les auteurs aimeraient remercier MM. les Prof. Job Dronkers, Rob Misdorp, Hugo Niesing (RIKZ, Pays-Bas), M. le Prof. Francisco Taveira Pinto (EUCC, Portugal), M. le Prof. Roland Paskoff, (EUCC, France), et M. le Prof. Giovanni Randazzo (EUCC, Italie) pour leur précieuse contribution à ce rapport.

Les résultats d’EUROSION seront présentés et analysés à la Conférence finale d’EUROSION à Bruxelles, le 28 mai 2004. Tous les résultats sont (ou seront) accessibles sur le site www.eurosion.org.

Albert Salman, EUCC – The Coastal Union, Leyde – Barcelone – Klaipeda
Stéphane Lombardo, RIKZ, La Haye
Pat Doody, EUCC, Brampton Cambs., R.-U.

10 mai 2004

RÉSUMÉ

L'AMPLEUR DU PROBLÈME

L'érosion côtière est un phénomène qui n'épargne aucun des Etats côtiers membres de l'Union européenne. En 2004, environ 20 000 kilomètres de côtes, représentant 20 % [1] de l'ensemble des côtes de l'Union, sont particulièrement affectés par ce phénomène. Dans la plupart de ces zones d'impact (15 100 km), un recul effectif du trait de côte est observé, parfois même en dépit des travaux de défense côtiers réalisés (2 900 km). De plus, 4 700 km de côtes ont été stabilisés artificiellement.

Cette situation est illustrée dans un document complémentaire (2e Partie - EUROSION Cartes et Statistiques).

La superficie terrestre perdue ou sérieusement endommagée par l'érosion est estimée à 15 km^2 par an. Sur la période 1999-2002, entre 250 et 300 habitations ont dû être abandonnées en Europe suite à un risque d'érosion côtière imminent et 3 000 autres résidences ont vu leur valeur sur le marché baisser d'au moins 10 %. Ces pertes sont toutefois insignifiantes comparées aux risques de submersion des zones côtières résultant de la fragilisation des dunes côtières et des défenses maritimes. Cette menace est susceptible d'avoir une incidence sur plusieurs milliers de kilomètres carrés et des millions de personnes. En l'espace de 50 ans, la population établie dans les municipalités côtières européennes a plus que doublé pour atteindre 70 millions d'habitants en 2001. Quant à la valeur totale du capital économique investi dans une bande de 500 mètres du trait de côte, elle était estimée à 500 - 1 000 milliards d'euros en 2000. Il est à noter enfin que les risques liés à l'érosion côtière et aux submersions encourus par les villes, les installations touristiques et industrielles, les terres agricoles, les aires de loisirs et les habitats naturels, s'accroissent chaque année en raison du changement climatique. Des études menées par le panel intergouvernemental pour le changement climatique (UN-IPCC) estime que le nombre de personnes exposées à un risque réel d'érosion côtière ou de submersion dépassera les 158 000 en 2020, tandis que la moitié des zones humides du littoral européen devrait disparaître suite à la montée du niveau de la mer. [2]

La difficulté de concilier à la fois la sécurité des biens et des personnes et les avantages offerts par les processus côtiers naturels, s'est considérablement accrue en l'espace de 15 ans suite à l'augmentation des investissements (dans le domaine des défenses côtières) et la réduction considérable des apports sédimentaires provenant des bassins-versants. Le "bétonnage" des côtes a ainsi progressé de 934 kilomètres. Sur les 875 km de linéaire côtier en recul récent (c'est-à-dire soumis à l'érosion en 2001 alors qu'ils ne l'étaient pas en 1986), 63 % se situent à moins de 30 kilomètres d'un ouvrage côtier existant. Quant aux 37 % restants, leur densité tend à être supérieure dans les régions où le niveau de la mer a progressé de plus de 20 centimètres au cours des 100 dernières années et où elle progressera probablement encore de 80 cm au cours du siècle.

Le coût des actions de protection augmente. En 2001, les dépenses publiques consacrées à la protection du littoral contre le risque d'érosion et de submersion se sont élevées à 3 200

[1] Suite au relèvement isostatique postglaciaire, la Suède et la Finlande qui ont été soumises à un soulèvement et à une baisse relative du niveau de la mer, ne sont pas touchées de façon significative par l'érosion côtière (à l'exception du Sud de la Suède) ; si l'on exclut le littoral relativement stable de la Suède et de la Finlande, le pourcentage des côtes touchées par l'érosion s'élève à 27.

[2] Salman et al, Coastal Erosion Policies: Defining the issues. EUROSION Scoping Study, 2002. Les figures proviennent de la Global Vulnerability Assessment. WL Delft Hydraulics / Rijkswaterstaat, 1993.

millions d'euros d'après les estimations (elles étaient de 2 500 millions en 1986[3]). Cependant, ces dépenses reflètent principalement le besoin de protéger des biens encourant un risque imminent d'érosion côtière et ne reflètent pas les coûts induits par les activités humaines à long terme. Selon de précédentes études de l'IPCC, le coût de l'érosion côtière devrait s'élever en moyenne à 5 400 millions d'euros par an entre 1990 et 2020.[4]

L'ÉROSION CÔTIÈRE

L'érosion côtière peut se définir comme l'emprise de la mer sur la terre et doit s'observer sur des périodes suffisamment longues pour éliminer les effets du climat, des tempêtes et des régimes locaux de transport sédimentaire.

L'érosion côtière induit trois types d'impacts (ou de risques) :

- la perte de terrains de valeur économique.
- la rupture des défenses côtières naturelles (généralement des cordons dunaires) lors de tempêtes littorales entraînant la submersion des terrains situés en retrait.
- la sape des ouvrages de protection, pouvant également entraîner un risque de submersion.

Les processus d'érosion et de sédimentation côtières ont toujours existé en Europe et ont contribué tout au long de son histoire à donner forme à une grande diversité de paysages côtiers (*voir carte 1 et tableau 1 de la 2e Partie*). L'érosion des sols situés à l'intérieur des terres, qui résulte du ruissellement des eaux de pluie et des mouvements le long des lits fluviaux dans certaines zones, draine un volume considérable de sédiments vers la côte. Ces sédiments d'origine terrestre, auxquels s'ajoutent les matériaux arrachés aux falaises et aux bancs de sable marins, contribuent par accumulation au développement de récifs, vasières, marais salants, plages de sable, dunes et marais de transition. À leur tour, ces habitats côtiers engendrent de nombreux bénéfices substantiels parmi lesquels des configurations géographiques propices au développement économique ou touristique, une protection contre les submersions dans les plaines littorales, l'absorption de l'énergie dégagée par la vague lors des tempêtes, la réduction de l'eutrophisation des eaux côtières, et enfin des conditions favorables à la nidification et au développement d'espèces animales. En ce sens, la lutte systématique contre l'érosion côtière peut, selon le type de mesures prises, engendrer de nouveaux problèmes ailleurs.

L'érosion côtière résulte généralement d'une combinaison de facteurs – à la fois d'origine naturelle et humaine – opérant à plusieurs échelles. Les principales causes naturelles sont : les vents et les tempêtes, les courants littoraux, les variations du niveau de la mer (une combinaison de mouvements tectoniques et phénomènes de subsidence) et les glissements de terrains. Les facteurs d'érosion côtière induits par l'homme comprennent : les ouvrages côtiers, le défrichement côtier, les barrages et les travaux d'irrigation, les opérations de dragage, ainsi que l'extraction de gaz et d'eau.

[3] Résultats de l'étude EUROSION 2002 ; des incertitudes existent sur les figures pour 1986.

[4] Salman et al, Coastal Erosion Policies: Defining the issues. EUROSION Scoping Study, 2002. Les figures proviennent de la Global Vulnerability Assessment. WL Delft Hydraulics / Rijkswaterstaat, 1993.

BILANS D'EUROSION

En ce qui concerne les mécanismes sous-jacents à l'origine des problèmes rencontrés dans le domaine de l'érosion côtière, EUROSION est parvenu aux conclusions suivantes :

Bilan 1: La pénurie de sédiments côtiers et le manque d'espace ont pour conséquence le « coastal squeeze ».
L'expansion urbaine en zone côtière a transformé l'érosion côtière, processus initialement naturel, en un problème d'intensité croissante. En plusieurs endroits, le recul du trait de côtes est exacerbé par les activités humaines et le « bétonnage » des fronts de mer gagne petit à petit sur les côtes sédimentaires et les falaises. Le déficit de sédiments induit par ce bétonnage se traduit par une disparition progressive des habitats naturels côtiers qui opèrent comme des zones tampons entre la mer et l'arrière-pays. La disparition de ces marges se généralise sur tous les pays d'Europe (voir figure 4).

Bilan 2: Les pratiques actuelles d'Etudes d'Impact Environnemental (EIE) ne traitent que partiellement de l'érosion côtière.
Les procédures d'Etude d'Impact Environnemental (EIE) – telles qu'elles sont prescrites par la directive 85/337/EEC –sont en général peu adaptées à la prise en compte des processus d'érosion côtière dans le développement des activités humaines. Ainsi, le coût pour tenter de réduire l'érosion a augmenté considérablement avec le nombre croissant d'équipements et d'activités qui appellent une protection. Par conséquent, le besoin se fait sentir de transférer ce coût vers ces activités.

Bilan 3: le poids financier de l'érosion côtière est principalement supporté par le contribuable.
Le coût des mesures destinées à réduire les risques liés à l'érosion est supporté principalement par des fonds publics nationaux et régionaux, dans une moindre mesure par les populations concernées et pratiquement jamais par les propriétaires des biens menacés ni par les responsables de l'érosion côtière. Les processus locaux de décisions prennent insuffisamment en compte l'existence du risque d'érosion et l'information destinée au public demeure limitée.

Bilan 4: Les approches traditionnelles pour combattre l'érosion côtière peuvent avoir des effets contre-productifs.
Au cours des cent dernières années une connaissance insuffisante des processus de transport des sédiments côtiers a souvent abouti à des mesures inappropriées pour remédier à l'érosion côtière. Dans beaucoup de cas les mesures prises ont probablement résolu les problèmes posés par l'érosion côtière localement, mais ils les ont aggravé ailleurs – parfois jusqu'à des dizaines de kilomètres plus loin – ou ils ont été à l'origine d'autres problèmes d'ordre environnemental.

Bilan 5: La base des connaissances pour la prise de décision sur la gestion de la ligne de côte est faible, en général.
En dépit d'un volume considérable de données, des lacunes existent en matière d'information sur les zones côtière et leur dynamique. La « chaîne » de la connaissance côtière – de la collecte de données sur le terrain jusqu'à la diffusion de rapports synthétiques à l'usage des décideurs – souffre de plusieurs dysfonctionnements entraînant des décisions inadaptées et une utilisation non optimale des fonds publics. Paradoxalement, les investissements nécessaires pour réformer et améliorer les pratiques de gestion de l'information côtière (incluant sa production, mais également son partage et sa diffusion) ne sont pas réalisés par les acteurs locaux et régionaux, alors que ces investissements permettraient de réduire considérablement les coûts environnementaux ou les échecs techniques liés à la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de mieux anticiper les évolutions futures du trait de côte.

LA VISION D'EUROSION – La résilience côtière

Une bonne compréhension de la nature dynamique de la marge côtière constitue un élément essentiel de la gestion de l'érosion côtière. Dans le passé, le développement a empiété sur le littoral, entraînant parfois une perte grave d'habitats et une réduction de leur caractère dynamique. EUROSION a montré que, même si une protection était possible, les événements extrêmes sapent et/ou détruisent les défenses côtières. Les développements à long terme et les effets en chaîne dus aux structures elles-mêmes nuisent souvent à la résilience des unités côtières de plus grande envergure. On prévoit une aggravation de ce phénomène sous l'effet du changement climatique, qui entraînera une montée du niveau de la mer et des tempêtes imprévisibles et violentes. La sécurité des habitants, le développement durable de nombreuses activités côtières, la biodiversité côtière et la capacité du littoral à former une défense côtière "naturelle" s'en trouveront menacés à long terme.

EUROSION reconnaît le développement durable des zones côtières et la conservation des habitats dynamiques, notamment dans les zones restantes non développées, comme des objectifs à long terme majeurs pour les côtes européennes. Cela implique le respect, et dans de nombreux cas le rétablissement du fonctionnement naturel du système côtier, et donc de sa résistance naturelle à l'érosion. EUROSION définit la résilience côtière comme la capacité inhérente de la côte de répondre aux changements induits par la montée du niveau de la mer, aux événements extrêmes et aux impacts humains occasionnels, tout en conservant les fonctions du système côtier à long terme. À la lueur des prévisions en matière de changement climatique, le concept de résilience prend toute sa valeur.

La résilience dépend de deux facteurs clés : les ***sédiments*** et l'***espace disponible pour les processus côtiers***.
La résilience côtière diminue à cause :

1. des déficits chroniques de sédiments et
2. des limites imposées à l'espace nécessaire pour faire face :
    - au retrait naturel des falaises et des systèmes sédimentaires
    - à la redistribution des sédiments par suite de ce retrait.

Ces aspects doivent être identifiés comme les conditions primordiales d'un aménagement durable du littoral en général et d'une gestion du trait de côte en particulier.
Dans le but de relier les éléments "sédiments" et "espace", EUROSION propose le concept de "réserves stratégiques de sédiments".

LA VISION D'EUROSION – Les réserves stratégiques de sédiments

Le besoin de compenser un équilibre sédimentaire négatif dans une zone côtière particulière nécessite l'identification d'une source de sédiments. Pour faciliter à l'avenir la disponibilité d'une réserve de sédiments "appropriés" de ce genre, EUROSION a défini le concept de "réserves stratégiques de sédiments". Ces réserves sont définies comme étant : des réserves de sédiments aux caractéristiques "appropriées", disponibles pour le comblement de la marge littorale de façon temporaire (pour compenser les déficits dus à de violentes tempêtes) ou à long terme (au moins 100 ans). Ces réserves peuvent être situées en mer, dans la zone côtière (au-dessus/au-dessous des basses eaux) et dans les terres situées en retrait. La disponibilité des réserves stratégiques de sédiments désignées devra être assurée en limitant ou contrôlant les activités humains dans ces réserves .

Les principales préoccupations : quels sont les enjeux?

Pour les 50 prochaines années, EUROSION est particulièrement concernée par les tendances suivantes :

- *Perte de sédiments*. La quantité de sédiments continuera à être menacée en raison des tendances en cours, en particulier les travaux de régulation des rivières et l'urbanisation côtière ;
- *Perte de zones littorales dynamiques mettant fin aux habitats naturels ;*
- *Perte de résilience ;*
- *Changement climatique* ;

Mis à part ces aléas et ces risques qui tendent à être imprévisibles, l'érosion côtière entraînera des dépenses croissantes pour la société :

- *Risques accrus pour les personnes et les biens économiques ;*
- *Pertes accrues d'habitats ;*
- *Coûts accrus de lutte contre l'érosion et de gestion de la côte*.

LA DIMENSION EUROPÉENNE

Le problème de la gestion de l'érosion côtière a acquis une dimension européenne dans la stratégie de la CE pour la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) en 2000 et dans un amendement budgétaire adopté en 2001 sur l'initiative du Parlement Européen. Deux raisons principales justifient en outre le traitement de l'érosion côtière au niveau communautaire :

1. La dimension communautaire des sédiments et des sols : les sédiments dont dépend la future résilience côtière, sont contenus dans des bassins hydrographiques qui s'étendent souvent sur plusieurs Etats membres. Les barrages et travaux d'irrigation fluviaux peuvent aussi avoir des conséquences sur les zones côtières d'autres Etats membres. La Directive-cadre sur l'eau est un instrument important pour aborder cette question. En outre, les sédiments des zones littorales passent souvent les frontières ; les actions de gestion côtière peuvent facilement avoir des conséquences transfrontalières, non seulement le long des dunes et des plages mais aussi dans les estuaires (cf. les opérations de dragage dans les zones transfrontalières).

2. Les pratiques actuelles de gestion de l'érosion côtière ont tendance à utiliser les sites Natura 2000 comme réserves stratégiques de sédiments. Ceci aura des implications à long terme probablement irréversibles sur le Réseau communautaire Natura 2000. EUROSION suggère que les habitats naturels désignés ne servent pas de source de sédiments pour compenser les déficits chroniques de sédiments induits par l'homme, de façon à éviter de fragiliser la résilience du littoral et de saper les objectifs de la politique environnementale communautaire. Au niveau de l'UE, cet objectif peut être atteint via la Directive Habitat.

RECOMMANDATIONS D'EUROSION AU NIVEAU POLITIQUE

Compte tenu des bilans et de la vision d'EUROSION, quatre recommandations principales ont été émises dont la mise en œuvre conjointe permettra de maîtriser les problèmes et les risques d'érosion côtière en Europe. Chaque recommandation est accompagnée d'une indication de ses implications au niveau de l'Union Européenne, des Etats membres et des régions côtières (collectivités locales).

Recommandation n°1 : Rétablir l'équilibre sédimentaire et procurer de l'espace pour les processus côtiers

Une approche plus stratégique et proactive de l'érosion côtière est nécessaire pour le développement durable des zones côtières vulnérables et la conservation de la biodiversité côtière. Dans la perspective du changement climatique, il est recommandé de renforcer la résilience côtière : (a) en rétablissant l'équilibre sédimentaire ; (b) en laissant l'espace nécessaire aux processus naturels d'érosion et de sédimentation côtière ; (c) en désignant des réserves stratégiques de sédiments. Vu l'importance de l'approvisionnement en sédiments et de l'espace nécessaire au transport sédimentaire (par les rivières, le long des plages et entre le système côtier et les bancs de sable marins), EUROSION propose le concept d' "état favorable des sédiments " pour les systèmes côtiers. Ce concept pourra servir de base à une gestion du trait de côte et des bassins-versants.

Un état favorable des sédiments peut être défini comme une situation des sédiments côtiers qui permet ou facilite la résilience côtière en général, et la préservation des littoraux dynamiques en particulier.

Recommandation n° 2 : Intégrer le coût et le risque d''érosion côtière dans les plans et dans les décisions d'investissement

L'impact, le coût et les risques de l'érosion induite par les hommes devraient être maîtrisés grâce à une meilleure intégration des préoccupations en matière d'érosion côtière dans les décisions en matière de planification et d'investissements. La responsabilité publique quant au risque d'érosion côtière (grâce à un système de contributions) devrait être limitée et une partie adéquate des risques devrait être reportée sur les bénéficiaires directs et les investisseurs.
Des instruments d'Évaluation environnementale devraient être utilisés à cet effet. Les risques devraient être suivis, inventoriés et intégrés aux politiques de planification et d'investissement.

EUROSION ne propose pas de créer de nouveaux instruments, mais recommande plutôt d'intégrer la problématique de l'érosion côtière (en particulier l'évaluation des risques) à la mise en œuvre des instruments existants à tous les niveaux administratifs. Ces instruments comprennent :

1. Les instrument d'évaluation environnementale ;
2. Les aides financiers;
3. La recommandation sur la gestion intégrée de la zone côtière (GIZC).

Recommandation n° 3 : Rendre compréhensible les réponses à l'érosion côtière

La gestion de l'érosion côtière devrait passer de solutions partielles et spontanées à une approche planifiée basée sur des principes de responsabilité qui permettraient d'optimiser les coûts d'investissement face aux biens à risque, de renforcer l'acceptabilité des mesures et de conserver des options pour l'avenir. EUROSION propose une approche proactive basée sur la planification et la prise de responsabilités quant aux résultats dans le domaine de la gestion de l'érosion côtière.

Recommandation n° 4 : **Renforcer la base de la connaissance de la gestion ainsi que de la planification de l'érosion côtière**

La base de connaissances destinée à la gestion de l'érosion côtière et à sa planification devrait être renforcée par le développement de stratégies de l'information. Celles-ci devraient inclure la diffusion de "meilleures pratiques" (dont les leçons tirées des échecs), privilégier une approche de la gestion proactive des données et de l'information et enfin promouvoir le leadership institutionnel au niveau régional.

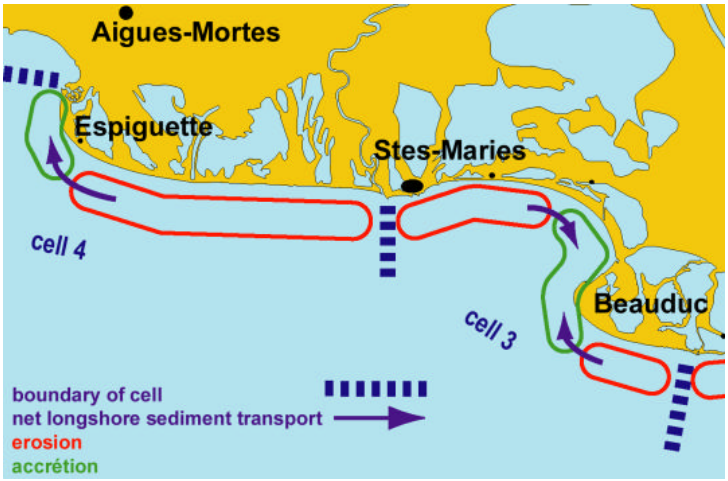
Encadré 1. Deux exemples d'érosion côtière en Europe

Exemple d'érosion de falaises côtières

La commune de Happisburgh est située dans le Nord Norfolk (R.U.). Sous l'effet des vagues, les sédiments sont arrachés aux falaises et emportés en direction du sud, où ils alimentent les plages de Sea Palling en sédiments "frais". Les deux photos aériennes de gauche montrent la situation aux environs de Beach Road à Happisburg, en 1992 puis en 1999. L'érosion côtière touche plus particulièrement le sud-est de Beach Road et coïncide avec la destruction des ouvrages de protection en bois situés à l'origine devant les falaises.

Exemple d'érosion d'une plaine côtière

La Camargue, située dans le delta du Rhône, est un exemple typique de plaine côtière. Elle s'est développée par interaction des sédiments venus du Rhône et des forces hydrauliques de la Méditerranée. L'élévation du niveau de la mer et un apport réduit de sédiments rhodaniens ont accéléré l'érosion depuis les années 1900. La photo ci-dessus montre les efforts vains déployés à Espiguette pour mettre fin à l'érosion côtière avec des ouvrages de protection (déjà submergés par la mer). La photo de droite illustre l'impact de la tempête sur les dunes côtières, qui ont partiellement été renforcées pendant la saison calme. À long terme, l'érosion côtière menace la ville de Stes Maries-de-la-Mer, les infrastructures touristiques et les marais salants situés derrière le cordon dunaire.



FACTEURS INFLUENÇANT L'ÉROSION CÔTIÈRE

L'érosion côtière résulte généralement d'une combinaison de facteurs – à la fois naturels et anthropiques – qui agissent sur différentes échelles. EUROSION a dressé un bilan des facteurs responsables de l'érosion côtière dans environ 60 études de cas représentatives de la diversité du littoral européen.

Figure 1. Emplacement des 60 études de cas traitées pendant l'étude d'EUROSION
(avec mention du taux d'érosion moyen par an pour les cas sélectionnés)

Les chiffres d'érosion côtière dépendent d'échelles d'observation spatiales et temporelles. La côte sédimentaire existe dans un environnement qui évolue sur différentes échelles temporelles avec des périodes se rapportant à la vague (secondes), aux marées (deux fois par jour), aux saisons et à des échelles de temps plus longues, comme par exemple les variations du niveau de la mer.

Définition
EUROSION définit l'érosion côtière comme l'emprise de la mer sur la terre, en réalisant une moyenne sur des périodes suffisamment longues pour éliminer les effets du climat, des tempêtes et des régimes locaux de transport sédimentaire.

Les chiffres de ce rapport font référence à des observations du trait de côte à l'échelle du kilomètre sur un intervalle de temps de l'ordre de dix ans. On suppose, mais cela n'est pas prouvé, que ces chiffres sont représentatifs de la tendance à long terme de la position du trait de côte. Les fluctuations du trait de côte sur des intervalles de temps inférieurs à une décennie ou des échelles spatiales inférieures au kilomètre risquent de dépasser les chiffres de tendance

et causer des dommages importants. Cependant, aucune information systématique n'est disponible sur ces fluctuations.

Les processus responsables de l'érosion côtière varient en fonction des différents types de côtes. L'érosion des côtes à falaises est un processus continu, même sans élévation du niveau de la mer, sans interventions anthropiques ou sans changements au niveau de l'apport sédimentaire fluvial.
La situation est différente pour les côtes sableuses et les vasières où les processus de sédimentation et d'érosion peuvent s'équilibrer et le trait de côte apparaître stable tout en présentant une dynamique propre. En pratique, cela ne se produit presque jamais car l'équilibre entre les processus de sédimentation et d'érosion est perturbé par l'élévation du niveau de la mer, les phénomènes de soulèvement ou de subsidence des terres, des changements au niveau de l'apport sédimentaire fluvial ou des interventions humaines qui modifient les caractéristiques de la vague et le transport sédimentaire dans la zone côtière.

L'érosion côtière génère trois types différents d'impacts (ou de risques) :

- La perte de terrains ayant une valeur économique (plages de De Haan, Sylt, Mamaia, Vecchia Pineta, Giardini Naxos, Sables-d'Olonne, Ghajn Tuffieha, Essex, Haute-Normandie) ou à valeur écologique (Scharhoern Island, le long de l'estuaire de l'Elbe) ; l'effondrement de propriétés situées au bord de falaises et de dunes constituant un mécanisme spécifique (comme le montre la présentation des cas de South Down, Luccombe, Normandie, Hyllingebjerg – Liseleje, Castellon, Vale do Lobo, et Estela) ;
- La rupture de défenses côtières naturelles (généralement des cordons dunaires) lors de tempêtes littorales, pouvant également entraîner l'inondation de l'arrière-pays. Les cas de la côte des Pays-Bas, Escaut occidental, mer des Wadden, Rosslare, presqu'île de Hel, Sylt, Camargue, Vagueira, et Castellon illustrent le mieux ce risque ;
- La fragilisation des ouvrages de protection suite à un déficit sédimentaire chronique (exemples intéressants : Knokke-Zoute, estuaire de l'Humber, Ystad, Châtelaillon-Plage, Sables-d'Olonne, Donegal, ou la disparition des zones marécageuses littorales comme dans l'Elbe et l'Essex).

Ces exemples illustrent la relation étroite qui existe entre l'érosion côtière et le risque d'inondation du littoral, la première entraînant la seconde dans de nombreuses zones.

Les facteurs naturels d'érosion côtière incluent :

Vents. Ils génèrent la vague mais créent aussi un mouvement de sédiments, - contribuant à la formation des dunes- de la zone côtière vers l'intérieur des terres (abrasion ou érosion éolienne). Ce phénomène est particulièrement visible en Aquitaine, à Châtelaillon-Plage (Charente-Maritime), Rosslare (Irlande) et aux Pays-Bas ;

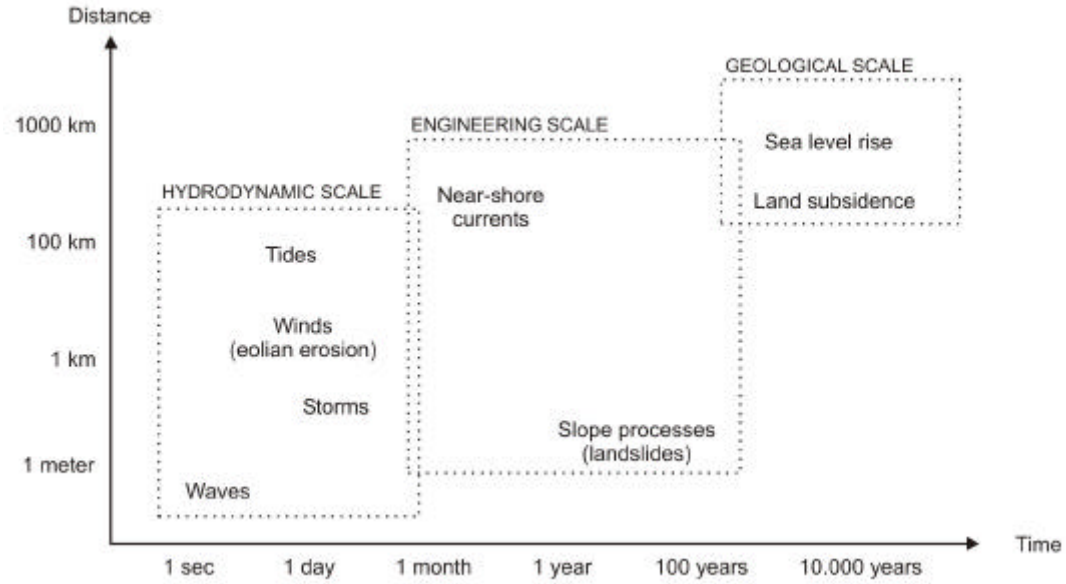
Tempêtes. Les dommages causés par les ondes de tempête ne contribuent pas nécessairement à l'érosion côtière à long terme. Une érosion irréversible induite par les tempêtes se produit au niveau des falaises, mais pas sur les côtes de sable ou les vasières où il y a un apport sédimentaire positif ;

Courants littoraux. Généralement provoqués par les marées et la vague, les courants littoraux touchent le transport sédimentaire, la sédimentation et l'érosion le long des côtes. L'érosion par dérive (ou transport) littorale est observée à Vale do Lobo, sur les plages d'Estela, en Aquitaine, à De Haan, Zeebrugge, Sylt ou dans le Jutland. Le cas des Sables-d'Olonne ou du Donegal illustre parfaitement l'érosion provoquée par un transport sédimentaire transversal. Comme pour les courants de marée, leur impact sur le transport sédimentaire est maximal à l'entrée des bassins de marée ou dans les estuaires comme dans les cas de la mer des Wadden (Pays-Bas), du bassin d'Arcachon, de l'Escaut occidental et des estuaires de l'Essex. À certains endroits, les courants littoraux suivent des modèles complexes, comme à Estela, Rosslare et Falsterbo ;

Mouvements verticaux des sols. Ces mouvements qui incluent le relèvement isostatique, les phénomènes tectoniques ou la compaction sédimentaire, peuvent exercer une influence positive ou négative sur l'évolution du trait de côte. Pendant la période holocène (Quaternaire récent, il y a environ 10 000 ans), un soulèvement des terres a eu lieu dans certaines parties de l'Europe du Nord touchées par la dernière glaciation (par exemple la zone de la mer Baltique et la Finlande) et malgré une élévation globale du niveau de la mer, des niveaux relatifs baissent. Plus au sud, en particulier autour de la partie méridionale du bassin de la mer du Nord, cette tendance est inversée et on assiste à une élévation du niveau relatif de la mer ;

Élévation du niveau relatif de la mer. Au fur et à mesure que le niveau de la mer s'élève relativement à la côte, les habitats côtiers ont naturellement tendance à migrer vers la terre. Lorsque ce mouvement est limité par une élévation du sol (ou des ouvrages de protection) le profil entier tente de s'élever, ce qui veut dire que des sédiments supplémentaires sont nécessaires pour construire le profil. Ces sédiments proviennent souvent de la côte. Bien que plus important dans les zones de vase protégées (les estuaires de l'Essex par exemple), ce phénomène est reconnu comme étant un facteur significatif de l'érosion côtière dans toutes les mers régionales : Océan Atlantique (Donegal, Rosslare), Méditerranée (Petite Camargue, Messolongi, Lakkopetra), mer du Nord (côte des Pays-Bas), mer Baltique (golfe de Riga), et mer Noire.
Les bassins-barrière arrière (comme la mer des Wadden) essayent également d'adapter leur profondeur aux changements du niveau moyen de la mer, créant une demande sédimentaire supplémentaire. Les bassins-barrière arrière font ainsi office de pièges sédimentaires, retirant des sédiments des côtes adjacentes et aggravant l'érosion. Aux Pays-Bas, ce phénomène est une cause d'érosion côtière importante.

Figure 2. Modèles de temps et d'espace des facteurs naturels d'érosion côtière
La "distance" montre l'étendue géographique sur laquelle le facteur agit avec une intensité relative constante. Le "temps" montre l'étendue temporelle pendant laquelle le facteur survient et provoque l'érosion.
A noter que les vagues et les marées agissent sur des échelles de temps très réduites et qu'elles sont souvent considérées comme les principales causes d'érosion.



Processus de glissement. Ces processus (glissements de terrain et instabilité des sols) englobent un éventail important d'interactions terre-mer qui aboutissent éventuellement à l'effondrement, au glissement ou au basculement de blocs de falaises côtiers. Ils mettent en jeu d'une part des processus terrestres tels que le ruissellement des eaux de pluie, les infiltrations

d'eau, l'altération des sols (périodes de gel/dégel successives comprises), et d'autre part la sape de la base des falaises par la vague. Les cas de Luccombe, Birling Gap, Criel-sur-Mer (Normandie), Sylt, Cova do Vapor (problèmes de glissement uniquement), Vale do Lobo illustrent parfaitement ce phénomène.

Les facteurs anthropiques d'érosion côtière incluent :

Aménagements côtiers. Les fronts de mer des zones urbaines, touristiques ou industrielles ont généralement été aménagés au moyen de digues de mer, digues, brise-lames, jetées, ou autres structures en roche dure, qui visent à protéger les constructions ou autres biens situés sur la côte contre l'assaut de la mer. De telles structures modifient la typologie de la vague et du flux dans les zones littorales, entraînant de ce fait une redistribution des sédiments. Si le volume sédimentaire net de la marge littorale n'est peut-être pas fortement touché, la redistribution sédimentaire peut générer une érosion à certains endroits et une sédimentation à d'autres. Les modifications de la typologie de la vague et du flux, et du transport sédimentaire côtier sont liées entre autres :

(i) au blocage des sédiments charriés le long du littoral et à un déficit de sédiments de la dérive littorale dû au fait que, contrairement aux zones littorales "naturelles", les structures dures ne fournissent pas de sédiments à la dérive littorale. (Des exemples sont surtout fournis par les *structures de protection des ports et des marinas* comme celles de Brighton - Sussex, Aveiro – le cas de Vagueira et Vilamora - Vale do Lobo, Rosslare, IJmuiden – Pays-Bas, Zeebrugge, Skanor – Falsterbo, Messina ou par les *épis transversaux* comme ceux de Ystad, du Jutland, de Quarteira - Vale do Lobo, Vagueira, Estela, Marina di Massa, et de la presqu'île de Hel) ;

(ii) à la réflexion de la vague entrante par les structures dures qui entrave la dissipation de l'énergie et augmente la turbulence, ce qui entraîne une augmentation de l'érosion transversale. Les digues de mer et les cloisons verticales accentuent ce phénomène et conduisent à une augmentation de l'érosion côtière, fragilisant les constructions. Des exemples sont donnés par les cas de Châtelaillon-Plage et des Sables-d'Olonne ;

(iii) à la diffraction de la vague, qui correspond à l'altération de la direction de la crête de vague due à la proximité de structures dans la mer (telles que les jetées ou les brise-lames). Cette altération entraîne une dilution de l'énergie de la vague à certains endroits (diminution de l'impact sur le trait de côte) et une concentration de cette énergie à d'autres endroits (augmentation de l'impact sur le trait de côte et de l'érosion consécutive). A noter que dans le cas de Playa Gross, la diffraction de la vague induite par un brise-lames semi-circulaire a été intégrée à la solution de gestion de l'érosion côtière.

Assèchement des bassins côtiers. L'impact sur l'érosion côtière des projets d'assèchement réalisés au 19^{e} et dans la première moitié du 20^{e} siècle n'est apparu avec évidence qu'au cours des dernières décennies. Dans les bassins ou baies de marée (où les travaux de mise en valeur des terres sont le plus facilement entrepris), l'assèchement des terres entraîne une réduction du volume de marée et par conséquent un changement dans les courants de flux et de reflux qui charrient les sédiments. Des bandes côtières relativement stables risquent ainsi d'être soumises à l'érosion. Des projets d'assèchement de terres réalisés à Rosslare (en 1845 et 1855) illustrent parfaitement ce phénomène. L'assèchement de terres dans la mer des Wadden a aussi été à l'origine d'une réduction significative des bancs de sable dans le delta extérieur. Pour les projets d'assèchement réalisés le long de côtes exposées au large (par exemple la côte des Pays-Bas), les changements au niveau des processus côtiers ne résultent pas d'une réduction du volume de marée mais de changements au niveau de la géométrie du trait de côte et des angles de déferlement des vagues.

Ouvrages de régulation des bassins fluviaux. Comme pour l'assèchement, l'impact des ouvrages de régulation du flux d'eau sur les processus côtiers n'a été souligné que récemment ; ces impacts ne sont probablement visibles qu'au bout de plusieurs décennies. Les barrages ont effectivement fermé des bassins d'alimentation, retenant ainsi des millions de mètres cubes de sédiments par an. Pour certains fleuves d'Europe méridionale (par exemple l'Ebre, le Douro, l'Urumea, et le Rhône), le volume annuel de sédiments déversé représente moins de 10 % du niveau de 1950 ; dans le cas de l'Ebre, ce volume est même inférieur à 5 %. Cette situation est à l'origine d'un déficit sédimentaire considérable à l'embouchure des fleuves, et par conséquent d'une érosion en aval comme le montrent les cas du delta de l'Ebre, Playa Gross, Petite Camargue (delta du Rhône) et Vagueira. En plus des barrages fluviaux, chaque opération qui vise à réduire le flux de l'eau ou à prévenir les inondations fluviales (qui forment une source sédimentaire importante), doit réduire le volume des sédiments qui atteignent la côte.

Opérations de dragage. Les opérations de dragage se sont intensifiées au cours des 20 dernières années pour satisfaire aux besoins de la navigation (et obtenir des routes de navigation de plus en plus profondes). Du sable et du gravier sont souvent extraits des fonds marins pour le secteur de la construction et, depuis les années 1990, pour l'aménagement de plages et de zones sous-marines. Les opérations de dragage peuvent influer sur les processus côtiers de deux façons :

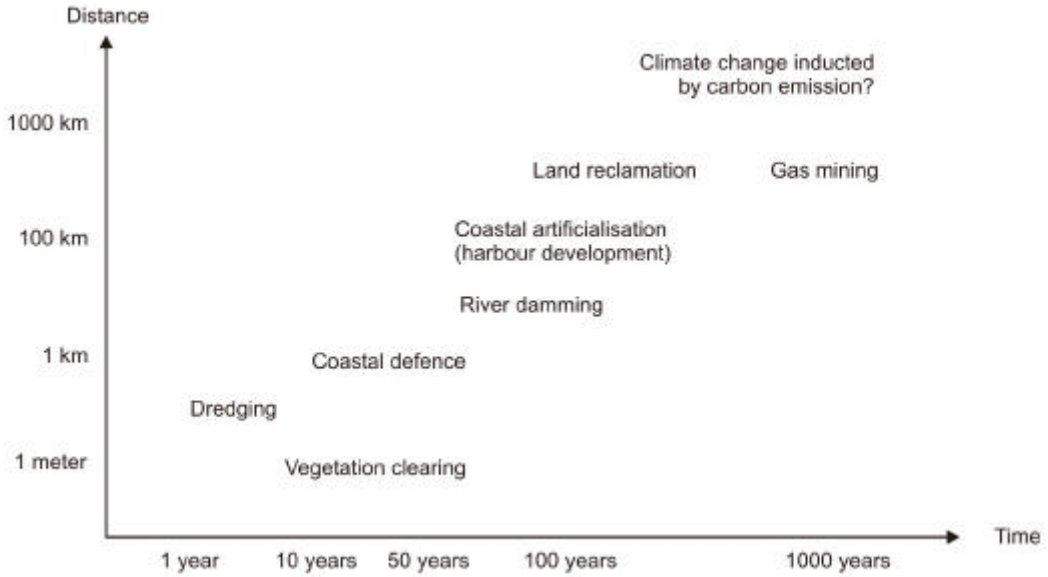
(i) en retirant de l'avant-plage des matériaux (cailloux, galets) qui protègent la côte contre l'érosion. L'extraction de pierres à Hyllingebjerg-Liseleje a provoqué, par exemple, une érosion structurelle. À titre d'illustration, on considère que 50 % du volume total des galets protecteurs (3 millions de mètres cubes) ont été extraits des falaises calcaires de Normandie depuis le début du 20^{e} siècle ;

(ii) en contribuant au déficit sédimentaire de la cellule sédimentaire côtière, comme dans l'estuaire de l'Humber, la côte du Sussex, à des fins de construction (extraction de sable, gravier et galets pour la navigation), à Cova do Vapor où du sable a été dragué (trop près de la côte) pour fournir des matériaux aux plages de la Costa del Sol, et à Marinell di Sarzana et Marina di Ravenna – Lido Adriano, où ont eu lieu des dragages des lits des fleuves (ceci ne se produit que si les sédiments sont extraits de zones qui tendent vers un équilibre morphologique, c'est-à-dire une bande côtière étroite et des bassins fermés).

Défrichement de terrains côtiers. Un nombre significatif de cas a souligné le rôle positif de la végétation dans l'augmentation de la résistance à l'érosion – par exemple l'Aquitaine et les Etats de la Baltique : Golfe de Riga, Klaipeda, Tallinn. Dans le même ordre d'idée, des changements au niveau de l'utilisation et de la typologie de couverture des sols, qui ont tendance à réduire la couverture végétale au sommet des falaises, risquent d'augmenter les infiltrations d'eau et de fragiliser la stabilité des falaises. Les terrains de golf de Vale do Lobo où l'impact de l'irrigation est probable, illustrent parfaitement ce phénomène.

Extraction de gaz et d'eau. Quelques exemples illustrent l'effet de l'extraction de gaz ou d'eau sur la subsidence des terres (mer des Wadden néerlandaise). Les conséquences de ce phénomène sont irréversibles. A Marina di Ravenna – Lido Adriano, la terre s'est quasiment affaissée d'un mètre au cours des 50 dernières années, entraînant un déficit sédimentaire important et un fort recul du trait de côte.

Figure 3. Modèles de temps et d'espace des facteurs anthropiques de l'érosion côtière.
A noter que les échelles de temps sont données à titre indicatif ; le changement climatique peut avoir un impact dans une cinquantaine d'années déjà.



PRINCIPAUX BILANS D'EUROSION

Les études d'EUROSION ont abouti aux bilans suivants :

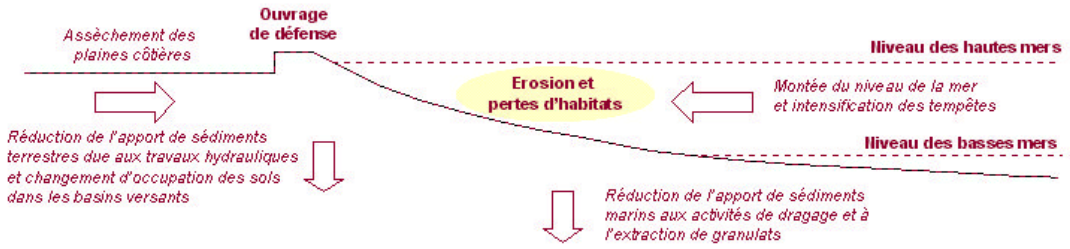
Bilan 1 : Le "coastal squeeze" et le déficit sédimentaire

L'expansion urbaine en zone côtière a transformé l'érosion côtière, processus initialement naturel, en un problème d'intensité croissante. En plusieurs endroits, le recul du trait de côte est exacerbé par les activités humaines, et le "bétonnage" des fronts de mer gagne petit à petit sur les côtes sédimentaires et les falaises. Le déficit sédimentaire induit par ce bétonnage se traduit par une disparition progressive des écosystèmes dynamiques et de leurs paysages naturels côtiers. La disparition de ces marges est la manifestation de ce phénomène dans de nombreuses régions.

Le "coastal squeeze"

Les effets combinés de l'érosion côtière, de la construction d'infrastructures et d'ouvrages de défense réduisent en plusieurs endroits la largeur des marges littorales. Ce "coastal squeeze" s'observe plus particulièrement le long des plaines côtières et des zones intertidales. De façon naturelle, ces zones s'ajustent dynamiquement aux variations du niveau de la mer, aux tempêtes et aux marées. Or, la construction de structures à proximité du trait de côte – routes, digues, et installations diverses récréatives ou industrielles – constitue autant de barrières rigides s'opposant à la dynamique des marges littorales, entraînant de ce fait leur disparition ainsi que celle des habitats naturels qui leur sont associés. Dans les zones sujettes à une montée significative du niveau de la mer ou à un déficit de sédiments, la pente des zones d'estran s'accentue contribuant de ce fait à une accélération du "coastal squeeze", comme le montre la figure n° 4.

Figure 4. Simple illustration du"coastal squeeze" : Perte d'habitats résultant du défrichement des terrains côtiers, de l'élévation du niveau de la mer ou du déficit de sédiments.



En dépit des problèmes d'érosion côtière et des conséquences à long terme liées à la disparition des marges littorales, les pressions humaines n'ont pas cessé de croître. La construction d'ouvrages de protection est toujours largement en vigueur, entraînant une diminution des espaces littoraux disponibles pour les activités humaines, les fonctions de protection contre les tempêtes et les submersions, et les fonctions écologiques.

Les procédures d'Etude d'Impact Environnemental (EIE) – telles qu'elles sont prescrites par la directive 85/337/EEC – sont en général peu adaptées à la prise en compte des processus d'érosion côtière dans le développement des activités humaines. Ainsi, le coût pour tenter de réduire l'érosion a augmenté considérablement avec le nombre croissant d'équipements et d'activités qui appellent une protection. Par conséquent, le besoin s'est fait sentir de transférer ce coût vers ces activités.

Bien que l'impact de certaines activités humaines ait été largement vérifié, l'examen des sites étudiés dans le cadre d'EUROSION a permis de mettre en évidence que les procédures d'Etude d'Impact Environnemental (EIE) sont largement inadaptées pour traiter des problèmes d'érosion côtière. Cela ressort également de l'analyse des données européennes collectées par EUROSION à une échelle de 1 : 100 000, qui montre que 63 % des 875 kilomètres[5] de trait de côte récemment érodés (c'est-à-dire érodés en 2001 et non pas en 1986) sont situés à moins de 30 kilomètres d'un front de mer bétonné comme un port ou une ville.
Les raisons en sont multiples :

- Un nombre considérable d'investissements affectant les processus d'érosion côtière a été réalisé depuis le début des années 1900 (1950 dans le cas des grands barrages), c'est-à-dire bien avant la mise en œuvre des premières dispositions réglementaires sur les EIE en Europe (en général dans les années 1980). La plupart de ces investissements continue de perturber les processus de transport sédimentaire. A titre d'exemple, les grands travaux de régulation des cours d'eau, en interrompant le transport de sédiments fluviaux grossiers, causent un déficit annuel de sédiments estimé à 100 millions de tonnes (source : *Base de données EUROSION*)

- L'érosion côtière résulte le plus souvent de l'impact cumulé de plusieurs facteurs, certains naturels, d'autres induits par les activités humaines. Il est toutefois très rare qu'un facteur seul soit à l'origine du phénomène. Cela s'avère vrai pour les barrages (chaque barrage ne retenant peut-être qu'une petite proportion du total des sédiments) et d'autres projets liés au développement industriel, au tourisme (marinas, réhabilitation des fronts de mer), à l'urbanisation, aux activités d'extraction de granulats, ou encore aux ouvrages de défense côtiers eux-mêmes. Si une EIE est requise, l'expérience montre en effet que, pris individuellement, l'impact non significatif de ces projets sur les processus d'érosion côtière ne justifie que très rarement la prise en compte des problématiques de transport sédimentaire côtier lors de ces études.

- Les grands projets, notamment ceux d'extension portuaire (Maasvlakte sur la côte hollandaise, Aveiro), de défrichement côtier pour la construction de parc d'éoliennes (mer des Wadden et au Schleswig Holstein) ou de centrales électriques (Paluel et Penly en Normandie), intègrent en règle générale les processus d'érosion côtière dans le cadre de leurs études d'impact environnemental (EIE). Il est toutefois fréquent que les coûts des mesures d'atténuation excèdent largement la volonté - ou la capacité - du promoteur de les supporter. Le cas d'Aveiro illustre bien la charge financière annuelle (5 millions d'euros) de l'alimentation en sable qui s'avère excessive pour les autorités portuaires.

- Les procédures d'EIE ne sont pas systématiquement requises pour les projets de petite ou moyenne taille, bien que ces projets pris ensemble peuvent avoir un effet non négligeable sur les processus d'érosion côtière.

[5] Le chiffre de 875 kilomètres porte seulement sur une partie limitée de la côte européenne : il concerne les changements prouvés des tendances de l'évolution (de nombreuses données relevées en 1986 étaient incertaines) et les sections de côtes traitées en 1986 (UE12).

- Les législations nationales actuelles sur les EIE ne prescrivent généralement pas de procédures précises en matière de publicité et d'enquêtes publiques, c'est-à-dire pour communiquer et coopérer avec les parties prenantes locales, lors de la mise en œuvre d'une EIE. Dans un certain nombre de pays (Italie, Portugal et Chypre notamment), les rapports d'EIE ont été rendus public tardivement et pour de courtes périodes, ce qui rend particulièrement difficile la prise en compte des préoccupations et des "connaissances" locales sur les nuisances environnementales potentielles – dont les dommages dus à l'érosion côtière - dans la conception des projets.

Les conséquences des limites des EIE face à l'érosion côtière se traduisent sur le terrain par une augmentation considérable des coûts (ou au moins des risques) supportés par la société, en termes de pertes d'habitats naturels ou de biens publics, de capitaux investis et de coûts des mesures d'atténuation.

Bilan 3 : Les risques liés à l'érosion côtière

Le coût des mesures destinées à réduire les risques liés à l'érosion côtière est supporté principalement par des fonds publics nationaux et régionaux, dans une moindre mesure par les populations concernées et pratiquement jamais par les propriétaires des biens menacés ni par les responsables de l'érosion côtière. Les processus locaux de décision prennent insuffisamment en compte l'existence du risque d'érosion et l'information destinée au public demeure limitée.

Le concept de risque d'érosion côtière (et de submersion) dans un lieu donné peut se définir comme la probabilité (la fréquence) d'un événement de type érosif et de son impact (valeur des biens ou population de la zone à risque). Les pratiques observées en Europe démontrent que les fonds publics – et donc le contribuable – financent la plupart des conséquences financières de ce risque. Rares sont les cas pour lesquels les conséquences financières de l'érosion côtière sont supportées directement par les responsables de l'érosion ou par les propriétaires des biens menacés.

Les dépenses publiques consacrées à la protection du trait de côte contre le risque d'érosion et de submersion sont estimées à 3,2 milliards d'euros pour la seule année de 2001. Ce montant couvre à la fois les nouveaux investissements réalisés en 2001 (53 % du total), les coûts de maintenance d'ouvrages existants et de surveillance du trait de côte (38 %), et les dépenses d'acquisition, par les pouvoirs publics, de terrains et de biens menacés par l'érosion côtière (9 %). Peu de données relatives à la contribution des fonds privés à la gestion du trait de côte en Europe existent. L'étude EUROSION estime toutefois que cette contribution ne dépasse pas 10 % du montant des dépenses publiques. Seul le cas du Danemark laisse apparaître en Europe une contribution significative des propriétaires fonciers, contribution qui peut dépasser 50 % du coût total de la protection côtière. Quant aux entrepreneurs privés, les cas étudiés démontrent que leur participation financière aux dépenses de protection est davantage motivée par la recherche de bénéfices supplémentaires, par exemple, l'élargissement de la plage (Vale do Lobo, Vecchia Pineta), une qualité accrue du sable (Sables-d'Olonne) ou une valeur marchande accrue de l'arrière-côte (Playa Goss). Il est à noter que seules les autorités des ports de moyenne ou large envergure contribuent de façon non négligeable aux travaux d'atténuation de l'impact de leurs activités sur l'érosion côtière.

Une revue plus approfondie des pratiques locales permet de dégager plusieurs types de comportements en matière d'investissements à risque le long des côtes, à savoir :

- *La sous-estimation des dangers de l'érosion côtière*. Certains particuliers estiment que la probabilité d'être affecté par l'érosion côtière est suffisamment forte pour infléchir leur décision de construire dans une zone à risque. Dans la pratique, la grande majorité des

propriétaires victimes de l'érosion côtière avancent une connaissance insuffisante des risques avant leur investissement (*« Si seulement j'avais su… »*) comme c'est le cas du Sussex, de l'île de Wight, de la Normandie, du Cap Ferret, du Jutland, de Sylt, de Ravenna et de Vagueira, et reportent souvent la faute sur les pouvoirs publics qui ont autorisé ces investissements. Le manque d'informations sur ces risques se retrouve généralement au niveau des collectivités locales, qui regrettent à leur tour leur manque de moyens d'information adéquats en direction de la population. Les pays qui ont instauré une cartographie systématique des risques restent peu nombreux. La loi Barnier (adoptée en 1995) oblige toutes les municipalités de France à cartographier les risques. Jusqu'ici (en 2002), seules 3 000 des 36 000 municipalités françaises possèdent de telles cartes qui, même si elles existent, sont largement inaccessibles au public.

- *La planification à court terme*. Les particuliers et les investisseurs attendent un retour sur investissement à court terme. Même si la durée de vie d'une résidence est de 40 à 50 ans, les investisseurs espèrent en tirer des bénéfices sur 8 ou 10 ans avant de revendre leur bien. Ils prévoient de ne pas y résider plus longtemps. Cet état d'esprit semble avoir dominé le développement du tourisme côtier en Méditerranée, où le retour sur investissement dans le secteur touristique ne dépasse pas 10 ans, comme le montrent les cas de Sitges, Can Picafort, Vecchia Pineta, Procida, Giardini, Mamaia et Larnaca.

- *L'aide attendue des pouvoirs publics*. Les particuliers sont d'autant moins enclins à prendre en compte le facteur risque dans leurs investissements qu'ils s'attendent à endosser seulement une part limitée de leurs responsabilités financières en cas de dommages. Cette croyance semble être bien ancrée dans la plupart des pays européens. Les exemples du Sussex, des Sables-d'Olonne, de Lacanau, des Stes Maries, de Castellon, d'Estela, et de Vale do Lobo montrent la façon dont la politique et le financement des pouvoirs publics visent les propriétaires menacés, ainsi que la sympathie du public en général vis-à-vis de leur situation. Dans de rares cas, Cap Ferret notamment, les autorités sont même tenues responsables des dommages liés à l'érosion côtière pour avoir accordé des permis de construction dans des zones à risque.

Si l'emploi des deniers publics à la sécurité des biens et des personnes n'est absolument pas à remettre en cause, la question de savoir si les pouvoirs publics doivent se substituer financièrement aux promoteurs d'activités exacerbant l'érosion côtière ou aux particuliers décidant de s'établir sciemment dans des zones à risque, mérite d'être posée. Le fait de reporter la responsabilité de la protection côtière sur les bénéficiaires dans ce cas (le principe de *pollueur-payeur)* et les investissements à risque doivent donc être pris en considération.

Bilan 4 : La lutte contre l'érosion côtière

Au cours des cent dernières années, une connaissance insuffisante des processus de transport sédimentaire côtier a souvent abouti à l'adoption par les collectivités locales de mesures inappropriées pour remédier à l'érosion côtière. Dans beaucoup de cas les mesures prises ont probablement résolu localement les problèmes posés par l'érosion côtière, mais elles les ont aggravés ailleurs – parfois des dizaines de kilomètres plus loin – où elles ont été à l'origine d'autres problèmes d'ordre environnemental.

Depuis 2001, environ 7 600 kilomètres de linéaire côtier ont fait l'objet de programmes de lutte contre l'érosion, 80 % d'entre eux ayant été mis en œuvre depuis plus de 15 ans. De tels programmes utilisent et combinent une large gamme de techniques (*voir tableau 4 de la 1re partie*) et d'approches qui incluent :

- des techniques de défense lourde relevant de l'ingénierie, tels les ouvrages en béton ou en enrochement, pour fixer le trait de côte et protéger ainsi les biens qui se trouvent en arrière. Ces ouvrages – murs, épis, brise-lames ou revêtements – caractérisent une partie considérable du trait de côte protégé en Europe (plus de 70 %) ;

- des techniques douces (par exemple l'alimentation artificielle en sable), qui assistent les processus naturels et mettent à profit des composants du milieu naturel - étendues de sable, dunes, marais, végétation - pour empêcher l'érosion d'atteindre l'arrière-côte ;

- le repli des biens par le déplacement ou l'abandon des maisons et autres constructions dans les zones affectées par l'érosion.

Des études de cas examinées par EUROSION ont montré qu'il existait un grand nombre d'expériences relatives à la rentabilité et à la convivialité environnementale de tels programmes de protection contre l'érosion marine. Les principaux enseignements qu'on peut en tirer sont les suivants :

- *Leçons tirées des techniques de défense lourde*. Beaucoup d'ouvrages de protection lourde n'ont eu d'effets positifs qu'à court terme et sur des secteurs limités. En bloquant la dérive littorale, ils ont privé d'apports sédimentaires les plages situées à leur aval qui ont par conséquent souffert d'une érosion accrue. Des ouvrages verticaux tels que les digues et les cordons d'enrochement augmentent aussi la turbulence et la fuite des sédiments, minant ainsi leurs propres fondations. Des exemples particulièrement éloquents peuvent être fournis par les digues de Playa Gross (construites en 1900), de Châtelaillon (1925) ou De Haan (1930), qui ont amplifié les problèmes d'érosion. Les épis ne sont efficaces que sur une longueur limitée de côte ; l'érosion qui s'aggrave à leur aval appelle la construction d'autres épis, déclenchant un effet de dominos. On le voit dans l'exemple de la presqu'île de Hel, où une zone complète d'épis a été aménagée sur 12 km en l'espace de deux décennies.
  L'ingénierie lourde a aussi montré une efficacité limitée pour la protection des falaises, comme celles du Ventnor sur l'île de Wight et dans le Sussex. Ici, l'écroulement des falaises de roches tendres est davantage le résultat de processus terrestres tels que la désagrégation des roches (par l'infiltration d'eau), les glissements des différentes couches géologiques et l'érosion par l'eau de pluie le long des fissures que de l'attaque des vagues.

- *Leçons tirées des techniques douces*. L'alimentation artificielle en sable des dunes, plages et avant-plages a suscité un énorme enthousiasme au cours des 20 dernières années. L'intérêt suscité par ces techniques vient de leur capacité à contribuer de façon positive tant à la sécurité qu'à d'autres fonctions comme les loisirs, l'assainissement de l'eau (dans les dunes) et les valeurs écologiques. Dans le cas des Pays-Bas, l'alimentation artificielle systématique des dunes, plages et avant-plages est appliquée avec succès depuis 1990, après 20 ans d'expériences d'alimentation positives. Aujourd'hui, l'alimentation en sable constitue le noyau de la politique néerlandaise en matière de gestion du trait de côte. Cette réussite repose sur trois raisons :
  1) elle s'avère être une mesure de sécurité efficace;
  2) elle est rentable et
  3) elle préserve les autres usages possibles de la côte.

Le suivi systématique des profils côtiers (zones terrestres et littorales) est aussi nécessaire pour pouvoir établir la rémanence du sable fourni pour chaque cellule côtière. La "durée de vie" des opérations de remblayage constitue un paramètre d'entrée important pour les analyses de type coûts-avantages. Un suivi fréquent est indispensable pour une protection côtière efficace et sert de base aux analyses coûts-avantages. Des exemples moins

convaincants (où ces exigences n'ont pas été satisfaites et les remblayages exécutés avec des connaissances limitées de l'hydraulique côtière) sont :

- Le cas de Vale do Lobo où 700 000 mètres cubes de sable et 3,2 millions d'euros d'investissements ont été emportés en quelques semaines par une dérive littorale ;
- Le cas du delta de l'Ebre où le volume de sédiments nécessaire a été prélevé dans un endroit éloigné sans avoir été soumis à une analyse rationnelle coûts-avantages ;
- Le cas de Sitges où il a été établi que le dragage de sable a entraîné des dommages irréversibles aux algues des fonds marins (*Posidonies*), sans avoir été soumis à une étude d'impact environnemental (EIE).

- *Leçons tirées d'un repli programmé*. Depuis le début des années 90, une nouvelle approche pour traiter l'érosion côtière a été développée en Europe et consiste en l'abandon des terres à risque et à la réinstallation des biens dans l'arrière-pays. Une telle approche a été appliquée au Royaume-Uni (Essex et Sussex) et en France (Criel-sur-Mer). La raison en est double :
  - Une analyse coûts-avantages a démontré que le coût de la protection classique aurait largement excédé la valeur des biens à protéger sur le long terme (sur la durée de vie des biens). Le coût de protection des falaises érodées – entre 1 et 5 millions d'euros selon le type de falaises et de protection pour une période de 10 ans – et de 10 à 15 résidences d'une valeur marchande de 100 à 200 000 euros chacune, ne semble pas raisonnable d'un point de vue économique.
  - L'érosion côtière peut s'avérer nécessaire à l'approvisionnement de sédiments en amont (compte tenu de leur valeur sociale, économique ou écologique).

  L'expérience a aussi démontré que la programmation et le montant du "dédommagement" sont la clef d'un accueil favorable par la population des mesures de repli programmé. Si une base équitable n'est pas trouvée pour ce dédommagement – en fonction par exemple d'une valeur marchande "sans risque", au lieu d'une valeur marchande actuelle "à risque" – il en résultera une forte résistance de la part de la population et des risques de conflits avec les autorités.

Ces expériences montrent les limites des réponses partielles (fragmentaires) à l'érosion côtière et prouvent la nécessité d'adopter une approche préventive basée sur la **planification, la surveillance** et **l'évaluation,** et sur les **principes GIZC**. Les mêmes exemples fournissent également une indication des facteurs clés du succès d'une approche aussi large. Ces principaux facteurs sont :

- *Une bonne compréhension des processus de transport sédimentaire côtier au sein de la* "*cellule sédimentaire*" *à laquelle appartient la zone soumise à l'érosion*. Une **cellule sédimentaire côtière** peut se définir comme une portion de trait de côte et de zones côtières associées à l'intérieur de laquelle le mouvement de sédiments reste en grande partie confiné. Les cellules sédimentaires sont séparées les unes des autres par des fleuves et parfois par de larges promontoires où la direction de la dérive littorale change ; la longueur des cellules sédimentaires peut être très courte (moins d'un kilomètre) ou très longue (100 km). En pratique, cela veut dire que des mesures réalisées au sein d'une cellule sédimentaire spécifique peuvent avoir un impact sur d'autres sections de la même cellule sédimentaire sans avoir d'impact significatif sur des cellules adjacentes. La compréhension de ce phénomène peut aider à rejeter certaines options techniques et à évaluer l'impact d'options appropriées pour la direction de la dérive littorale ;

- *Une combinaison d'instruments*. On ne peut pas déduire des expériences existantes que les solutions techniques radicales sont "mauvaises" et que les solutions techniques douces sont "bonnes" ou inversement. Dans ce sens, il n'y a pas de solution miracle et chaque situation possède une certaine spécificité. Les stratégies ayant remporté le plus

grand succès ont essayé de trouver un juste milieu entre le besoin urgent d'arrêter l'érosion dans un endroit donné, et la valeur à long terme qui consiste à utiliser des processus naturels tout en acceptant la disparition inévitable de certaines terres ;

- *La recherche de solutions multifonctionnels à travers une large participation de toutes les parties prenantes*. La recherche de solutions techniques qui ne remplissent pas seulement une fonction de sécurité, représente indéniablement un atout majeur pour augmenter la viabilité financière (en encourageant le cofinancement) mais aussi l'acceptabilité sociale des solutions de lutte contre l'érosion côtière. Les objectifs suivants ont aussi été définis pour tirer profit en Europe du développement des grandes stratégies de gestion du trait de côte :
  - Amélioration de l'accès aux installations portuaires par dragage des matériaux destinés au remblayage des plages dans les chenaux de navigation (Escaut occidental) ;
  - Protection des lentilles d'eau douce contre l'intrusion d'eau salée dans les plaines côtière fertiles (Aveiro, Ebre, Pays-Bas) ;
  - Réévaluation de la valeur marchande des biens induite par la réduction du risque (Playa Gross) ;
  - Augmentation de l'utilisation des plages induite par l'extension des avant-plages (Sitges, Marina di Massa, Giardini, Vecchia Pineta), l'apport de sable sec (Sables-d'Olonne), ou la modification des caractéristiques de rupture de la vague déferlante (Playa Gross) ;
  - Réhabilitation des zones naturelles et de la biodiversité associée (Aquitaine, Koge Bay) ;
  - Création d'abris pour les bateaux de pêche (Dolos Kiti, Shabla Krapetz) ;
  - Fixation d'azote au niveau des marais côtiers conçus initialement comme des défenses côtières.

- *Une évaluation minutieuse des coûts et des avantages.* L'analyse coûts-avantages est une base nécessaire à l'identification des solutions techniques viables et abordables sur le plan financier. Lorsqu'elles sont menées avec rigueur en adoptant un horizon temporel suffisamment large (par exemple 50 ans) et une échelle spatiale importante (la cellule sédimentaire), de telles analyses contribuent également à l'identification des coûts environnementaux externes. A leur tour, ceux-ci pourront représenter des motivations supplémentaires pour adopter des replis programmés ou simplement ne "rien faire" au lieu de prendre des mesures de contrôle de l'érosion.

Bilan 5 : La gestion de l'information

En dépit d'un volume considérable de données, des lacunes existent en matière d'information sur les zones côtières et leur dynamique. La "chaîne" de la connaissance côtière – de la collecte de données sur le terrain jusqu'à la diffusion de rapports synthétiques à l'usage des décideurs – souffre de plusieurs dysfonctionnements entraînant des décisions inadaptées et une utilisation non optimale des fonds publics. Paradoxalement, le partage et la diffusion des données, connaissances et expériences en matière de côtes sont à peine pris en considération par les acteurs locaux et régionaux, alors qu'une meilleure base de données permettrait de réduire considérablement les coûts environnementaux ou les échecs techniques liés aux activités humaines (dont les mesures d'atténuation de l'érosion côtière) et de mieux anticiper les dangers et les risques futurs.

Malgré son importance dans le processus décisionnel, le secteur de l'information marine et côtière n'est pas systématiquement perçu par les pouvoirs publics chargés de la gestion du trait de côte comme un secteur stratégique nécessitant des investissements majeurs. Ceci ne signifie en aucun cas que les budgets consacrés à la collecte et à l'analyse des données

marines et côtières – qui atteignent déjà entre 10 et 20 % de toutes les dépenses liées à la gestion de l'érosion côtière - doivent être augmentés (ils sont estimés pour l'ensemble de l'Europe à entre 320 et 640 millions d'euros). En revanche, on pourrait penser que les autorités rechignent à appliquer des réformes adéquates en matière de gestion de l'information. Ces réformes permettraient à long terme (i) d'améliorer le rapport coûts-avantages des décisions prises en termes de gestion du trait de côte et (ii) de réduire et d'optimiser les dépenses liées à la production et au traitement des données côtières. Pourtant, la pratique montre qu'un usage non optimal des informations disponibles a causé des pertes économiques considérables en Europe pendant la période de 1995-2002 (Vale do Lobo et Lacanau-Cap Ferret).

Bien qu'un nombre considérable d'acteurs participe à la gestion du trait de côte à tous les niveaux, les besoins en information demeurent assez semblables d'un acteur à l'autre et d'une région d'Europe à l'autre traitée par EUROSION. Ces besoins d'information incluent :

- L'impact quantifié des activités humaines sur le transport sédimentaire littoral, qui permettrait d'optimiser le choix des sites propices aux investissements côtiers et d'établir plus facilement les responsabilités environnementales.
- La délimitation des zones à risque lié à l'érosion côtière, à plus ou moins long terme, qui permettrait d'une part d'orienter les investissements futurs vers les zones moins exposées et d'identifier les zones prioritaires à protéger.
- Une estimation à long terme des coûts engendrés et des bénéfices offerts par les mesures d'atténuation des impacts de l'érosion côtière, de façon à identifier les scénarios et les mesures d'atténuation les plus performantes et les plus réalistes d'un point de vue économique.

Paradoxalement, les lacunes identifiées en matière d'information côtière contrastent avec le volume considérable de données d'ores et déjà disponibles sur les zones côtières (une distinction est faite ici entre le terme "données" défini comme une "collection de mesures brutes et d'observations non interprétées" et le terme "information" résultant d'un traitement et d'une interprétation des données, et donc directement compréhensible et exploitable par le décideur). Ce contraste suggère que les carences en matière d'information relèvent davantage de défauts de communication entre producteurs et utilisateurs d'informations et dans les choix prioritaires définis par les institutions utilisatrices, que véritablement d'obstacles technologiques. Les investigations menées au niveau de 5 régions européennes, à savoir les régions Aquitaine, Catalogne, île de Wight, Essex, Aveiro et Nord-Hollande, confirment largement cette conclusion. Plus précisément, les limitations suivantes ont pu être identifiées :

- *La fragmentation des sources de données et des institutions-hôtes.* Cet aspect est d'autant plus préoccupant que l'évaluation rigoureuse du risque et des impacts, aussi bien que la planification de l'utilisation du sol dans les zones côtières nécessitent une grande variété d'informations dans plusieurs disciplines, une vision à long terme et à large échelle. Elles concernent le régime des vagues, des vents, de la marée, les caractéristiques des courants littoraux, l'historique des niveaux marins extrêmes, la géologie et la géomorphologie côtières, les propriétés sédimentaires du fond marin, la topographie terrestre et marine, l'urbanisme et le régime foncier. Les investigations menées par EUROSION ont montré que la collecte intégrale de telles données faisait intervenir 9 institutions dans le cas de l'Aquitaine et de la Catalogne, 6 pour l'île de Wight, l'Essex et Aveiro, et 5 pour la côte hollandaise. Chaque institution utilise (en principe) ses propres normes, ce qui augmente considérablement le coût d'harmonisation des données et les délais de restitution.

- *La duplication des efforts de production des données.* Dans un nombre considérable de cas, des fichiers similaires ont été collectés par des institutions différentes occasionnant une multiplication des coûts d'acquisition des données. L'exemple du Nord des Pays-Bas et d'Aveiro, et en moindre mesure de la Catalogne et de l'île de Wight est particulièrement symptomatique. Dans des cas spécifiques, loin d'être isolés, des frais élevés auraient pu

être évités si des mécanismes de coordination adéquats avaient existé. Mais le manque de coordination n'explique pas tout : des frais d'accès excessifs pour les sources de données existantes combinés avec des droits d'auteur restrictifs ont aussi fait que plusieurs intervenants ont développé leurs propres fichiers, comme le montre le cas de la Catalogne et de l'île de Wight.

- *La réticence à propager les informations essentielles.* La difficulté d'accès aux documents et bases de données importants pour la prise de décision a été signalée par la plupart des parties prenantes locales. La réticence du producteur d'information à diffuser ses informations a souvent conduit à des malentendus et des conflits. Ces sentiments, qui sont parfois exagérés dans certains cas (voir point suivant), peuvent être vérifiés par exemple en ce qui concerne les demandes de rapports de l'Evaluation de l'Impact Environnemental (EIE). L'équipe d'EUROSION, qui a fait 78 demandes pour des études d'EIE dans 11 régions européennes a essuyé 71 refus (*voir aussi Bilan 2*). Pourtant, les documents correspondants avaient été rendus disponibles par les administrations publiques et étaient censés être accessibles.

- *De faibles capacités d'archivage et de diffusion.* Un accès difficile à des documents et fichiers existants peut résulter d'une réticence des différentes organisations à diffuser une telle information. Les délais d'accès à l'information naissent aussi du manque de mécanismes organisés de diffusion, tels que les centres d'information, les bibliothèques virtuelles ou simplement les personnes à contacter pour tous les fichiers ou documents existants. À l'exception remarquable des entités gouvernementales qui sont chargées de produire et de diffuser des données de base sur la totalité du territoire national – par exemple, les services géologiques nationaux, les centres météorologiques nationaux, les services cartographiques nationaux, les agences hydrographiques et les agences de bassins fluviaux – les autres institutions produisent des données essentiellement pour leurs propres besoins (qu'elles aient une vocation de recherche ou de gestion) et non pour des utilisateurs externes. L'extension de leur mandat à la diffusion de données exigerait de repenser un certain nombre d'éléments de leur organisation, en définissant les politiques de diffusion des données et surtout en identifiant les conditions économiques qui ne sont actuellement pas bien perçues par les producteurs de données (tout spécialement les producteurs bénéficiant de fonds publics).

Les imperfections mentionnées ci-dessus sont accentuées par le fait que, contrairement à d'autres secteurs (par exemple la défense côtière, l'établissement des plans d'urbanisme, la gestion de l'eau), la gestion de l'information côtière ne relève clairement de la responsabilité d'aucune des institutions existant au niveau national ou local. Ce vide administratif nuit également à l'émergence d'une vision à long terme susceptible de remédier à ces lacunes.

LA VISION D'EUROSION

Une bonne compréhension de la nature dynamique de la marge côtière constitue un élément essentiel de la gestion de l'érosion côtière. Les populations humaines ont toujours eu tendance à s'établir sur la marge côtière, qui était autrefois largement à la merci des forces naturelles. Dès l'époque romaine, des ouvrages de protection côtière ont été construits pour protéger les "nouvelles terres" créées pendant les périodes de baisse relative du niveau de la mer ou en cas de sédimentation due à une alimentation accrue. Des structures telles que les digues et les épis ont permis non seulement de préserver ces zones de l'érosion et de la submersion mais aussi de stimuler le développement des terrains côtiers. À son tour, ce développement a parfois entraîné une perte importante d'habitats (dunes côtières, plages, marais et prés-salés intertidaux, vasières, bancs de sable et colonies d'algues en particulier) et une réduction de leur caractère dynamique.

EUROSION a montré que, même si une protection était possible, les événements extrêmes sapent et/ou détruisent les défenses côtières. Les développements à long terme et les effets en chaîne dus aux structures elles-mêmes nuisent souvent à la résilience des unités côtières de plus grande envergure. On prévoit une aggravation de ce phénomène sous l'effet du changement climatique, qui entraînera une montée du niveau de la mer et des tempêtes imprévisibles et violentes. La sécurité des habitants, le développement durable de nombreuses activités côtières, la biodiversité côtière (y compris les sites de Natura 2000) et la capacité du littoral à former une défense côtière "naturelle" s'en trouveront menacés à long terme. Dans les cas extrêmes, la marge côtière pourra disparaître entièrement (voir figure ci-contre). Dans un tel contexte, la nécessité de conserver des littoraux artificiels établis en incluant la zone intertidale, de protéger l'infrastructure et de maintenir en place des ouvrages de défense dans ces sites devra être réexaminée.

Résilience côtière

EUROSION reconnaît le développement durable des zones côtières et la conservation des habitats dynamiques, notamment dans les zones restantes non développées, comme des objectifs à long terme majeurs pour les côtes européennes. Cela implique le respect, et dans de nombreux cas le rétablissement du fonctionnement naturel du système côtier, et donc de sa résistance naturelle à l'érosion. EUROSION définit la résilience côtière comme la capacité inhérente à la côte de répondre aux changements induits par la montée du niveau de la mer, aux événements extrêmes et aux impacts humains occasionnels, tout en conservant les fonctions du système côtier à long terme. À la lueur des prévisions en matière de changement climatique, le concept de résilience prend toute sa valeur.

Les implications du concept de résilience varient en fonction du type de côte. La résilience des côtes en roches dures peut ne pas sembler menacée du fait de leur résistance à l'érosion. Dans le cas de falaises actives (promontoires), le retrait du bord des falaises contribuera à une augmentation du volume sédimentaire, qui renforcera la résilience des falaises elles-mêmes et du littoral adjacent ; la résilience du système environnant restera intacte.

Dans le cas des traits de côte sédimentaires, la résilience résulte généralement du maintien de l'équilibre sédimentaire. Deux facteurs essentiels permettent de déterminer si les systèmes côtiers sensibles ("tendres/dynamiques") sont naturellement résistants ou non :

1. la présence locale de **sédiments** en quantité suffisante pour arriver à un équilibre dynamique entre l'érosion et la sédimentation et atteindre un "statut de sédiments utiles". Des déficits chroniques de sédiments favoriseront l'érosion au détriment de la sédimentation et causeront finalement une perte d'habitats et un rétrécissement du trait de côte ;

2. **l'espace nécessaire aux processus côtiers**. Une réduction de l'espace accordé au retrait naturel des falaises et des habitats sédimentaires et/ou à la redistribution des sédiments due à ce retrait réduira la résilience côtière.

Une partie des facteurs qui influent sur l'alimentation en sédiments de la zone côtière est présentée sur la figure 5 ci-dessous.

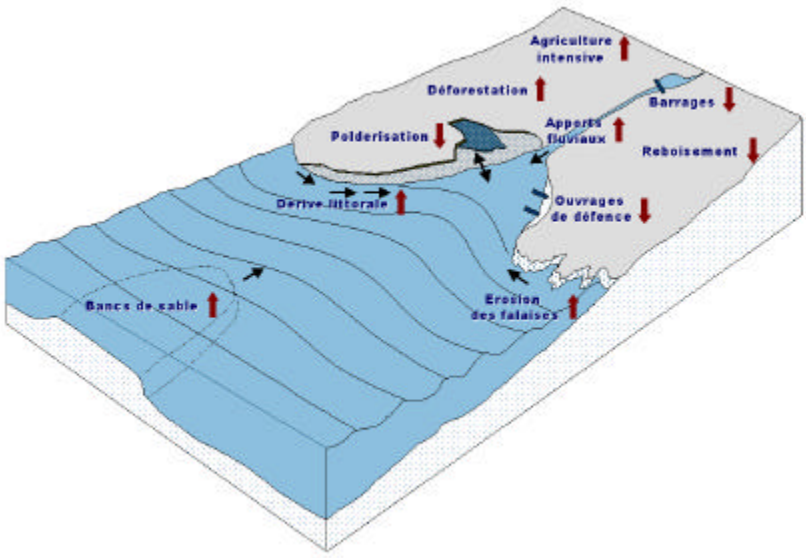


Figure 5. Principales causes du changement du transport sédimentaire dans un "système sédimentaire"[6]. Dans ce diagramme, la côte comprend des falaises, des dunes de sables, des marais et prés-salés et des bancs de sables/vasières. Les eaux marines proches du littoral (bleu) et l'arrière-pays (vert) forment le "système sédimentaire". Dans ce diagramme, le mouvement des sédiments se fait vers des "bassins sédimentaires", liés à une baie côtière comme un estuaire.

Pour définir le lien entre les éléments "sédiments" et "espace", EUROSION propose le concept de "réserves stratégiques de sédiments".

Réserves stratégiques de sédiments

Le besoin éventuel de compenser un équilibre sédimentaire négatif dans une zone côtière particulière devrait aboutir à l'identification d'une source de sédiments. Du point de vue de l'environnement et de la "résilience", les caractéristiques de ces sédiments devraient ressembler fortement à celles des sédiments locaux. D'autre part, une balance sédimentaire positive peut aussi entraver le développement durable au niveau local, par exemples dans les ports ou les zones touristiques ; dans ce cas, il peut être important de veiller à ce que ces sédiments restent disponibles pour le futur.

[6] Doody, J.P., 2001. Coastal Conservation and Management: an Ecological Perspective. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA

Pour faciliter la disponibilité future de sédiments "appropriés" de ce genre par la planification, EUROSION a défini le concept de "réserves stratégiques de sédiments" comme étant : des réserves de sédiments aux caractéristiques "appropriées", disponibles pour le comblement futur de la marge littorale, de façon temporaire (pour compenser les déficits dus à de violentes tempêtes) ou à long terme (au moins 100 ans). Ces réserves peuvent être situées :

- Au large : sables accumulés sur le fond marin ;
- Dans la zone côtière ; les falaises peuvent être considérées comme des réserves de sédiments si les processus d'érosion naturelle peuvent avoir libre cours dans le futur ; mais aussi les sédiments intertidaux (sur lesquels reposent les dunes et les plages) et les terres agricoles de moindre valeur ;
- L'arrière-pays, de préférence dans la même zone de bassins-versants. Cette option pourra être envisagée si les réserves de sédiments d'une cellule côtière s'avèrent insuffisantes.

L'identification, la désignation et l'utilisation des réserves stratégiques de sédiments devront faire l'objet d'une évaluation de l'impact environnemental (voir Recommandation n° 2 d'EUROSION) et répondre aux exigences de responsabilité (voir Recommandation n° 3 d'EUROSION). Une fois désignées, ces réserves stratégiques de sédiments devraient être laissées à l'état vierge.

Principales préoccupations : quels sont les enjeux ?

En ce qui concerne les 50 prochaines années, EUROSION est particulièrement concernée par les tendances suivantes :

- *Perte de sédiments.* La quantité de sédiments continuera d'être menacée en raison des tendances actuelles : travaux de régulation des fleuves (plan hydrologique de l'Èbre notamment), urbanisation côtière, dragage, occupation des zones tidales, perte de végétation, aménagement de terrains de golf dans les dunes, extraction du sable et des sédiments sur le littoral et au large.

- *Perte de zones littorales dynamiques mettant fin aux habitats naturels*. Les habitats sédimentaires sont souvent utilisés comme sources de sédiments pour compenser les déficits chroniques de sédiments dus aux interventions humaines. Les réponses apportées par les politiques et les financements publics sont principalement influencées par des propriétaires en difficulté et par la sympathie que leur situation suscite auprès de l'opinion publique ; avec des financements limités, l'érosion des habitats ne fera jamais partie des priorités des hommes politiques, puisque l'on fera toujours référence à l'érosion comme à un "processus naturel". Cependant, la fonction des zones côtières désignées pour fournir de l'espace aux habitats et aux espèces naturelles risque d'être affectée si ces zones sont utilisées comme des sources de sédiments à long terme, pouvant être épuisées au bout du compte.

- *Perte de résilience*. La sécurité des personnes et la protection des biens économiques et de la biodiversité côtière semblent être plus facilement garanties dans les zones côtières qui présentent un haut degré de résilience. Des pertes inacceptables peuvent être évitées en associant en temps voulu les risques à la planification et au développement, en assurant la transparence et la durabilité de la gestion du trait de côte et en améliorant sa base de données.

- *Changement climatique*. Les scénarios relatifs au c*hangement* climatique prédisent une élévation accélérée du niveau de la mer, un régime de tempêtes plus imprévisible et des phénomènes climatiques plus extrêmes. Cette évolution est inévitable pour les 50 ou peut-être même 100 ans à venir, étant donné que les mesures de lutte contre l'effet de serre ne seront efficaces qu'à long terme. Cependant, plus les mesures nécessaires seront

différées et plus les risques relatifs à la sécurité, aux biens économiques et à la biodiversité, seront importants. Le maintien de l'attention nécessaire aux politiques climatiques revêt donc toujours une importance cruciale.

Mis à part les dangers et les risques qui tendent à devenir imprévisibles, l'érosion côtière va entraîner des coûts croissants pour la société :

- *Augmentation du risque encouru par les biens et les personnes*. Un plus grand nombre de villes sera confronté à des problèmes similaires à ceux de Happisburgh, UK (Encadré 1, p.7) au cours des 20 dernières années. Pourtant, même ces problèmes seront relativement petits comparés plus généralement aux conséquences d'une défaillance des ouvrages de protection. L'effet combiné du réchauffement climatique et de la perte de la résilience côtière aggravera fortement les risques auxquels seront soumises les plaines côtières. Sous les effets conjugués de l'appauvrissement sédimentaire, de la perte d'espaces pour les processus côtiers et de l'élévation du niveau de la mer, le risque d'inondation en cas de tempêtes extrêmement fortes risque bien d'être grave. Cette situation pourrait avoir des conséquences catastrophiques en East Anglia (Angleterre), aux Pays-Bas, dans le Nord-Ouest de l'Allemagne, dans plusieurs rias et estuaires du Portugal, dans le delta de l'Ebre, dans le Languedoc-Roussillon et en Camargue, ou à Venise.

  L'évaluation globale de la vulnérabilité (réalisée pour le Panel intergouvernemental pour le réchauffement climatique, UN-IPCC) a établi que le nombre annuel de victimes de l'érosion côtière ou d'inondations suite à une élévation du niveau de la mer atteindra 158 000 en 2020, tandis que la moitié des zones humides littorales de l'Europe devraient disparaître. [7]

- *Disparition accrue des habitats*. On peut s'attendre à ce que des zones considérables de dunes côtières et de territoires humides disparaissent, et avec elles une végétation et des espèces naturelles. Les fonctions sociales, économiques et écologiques remplies par ces zones disparaîtront également. On s'attend à ce que la destruction de dunes menace les aquifères d'eau douce et que l'eau salée fasse intrusion dans les plaines côtières. Enfin, la capacité naturelle des zones humides littorales à fixer l'azote et les métaux drainés par les cours d'eau pourrait être fragilisée, et risquer d'accélérer l'eutrophisation des eaux littorales.

  L'Évaluation Globale de la Vulnérabilité a établi que les pertes de zones humides du littoral européen dues à une élévation du niveau de la mer dépasseront les 4 500 km² en 2020, ce qui équivaut à 51 % des zones humides littorales en 1990.[8]

- *Augmentation des coûts d'investissement et de gestion*. Etant donné la tendance actuelle, l'étendue du littoral protégé par des ouvrages de protection côtiers dépassera les 10 000 kilomètres en 2020, sans diminution substantielle de la longueur du trait de côte soumis à l'érosion. Ceci aboutira à une augmentation des coûts d'investissement et de gestion, une mauvaise gestion risquant même de générer des coûts beaucoup plus élevés.

  L'Évaluation Globale de la Vulnérabilité a établi que le coût de la protection côtière pour les Etats côtiers européens dépassera 120 000 millions d'euros entre 1990 et 2020, générant un surcoût (indirect) de plus de 41 000 millions d'euros. Le coût total de l'érosion côtière

[7] Salman et al, Coastal Erosion Policies: Defining the issues. EUROSION Scoping Study, 2002. Les chiffres proviennent de la Global Vulnerability Assessment. WL Delft Hydraulics / Rijkswaterstaat, 1993.

8 idem.

pour cette période devrait se chiffrer au total à plus de 161 000 millions d'euros, ce qui correspond à une moyenne annuelle de 5 400 millions d'euros.[9]

La dimension européenne

Mis à part les programmes d'inventaire CORINE et les programmes de l'Agence Européenne pour l'Environnement (EEA), il a fallu attendre la Stratégie de la Commission Européenne pour la gestion intégrée des zones côtières (GIZC, 2000) pour que la question de la gestion de l'érosion côtière soit véritablement reconnue comme un problème clé de dimension européenne. Cette stratégie fait référence à l'importance de l'érosion côtière pour le développement durable et comme une question devant être incorporée aux réponses de le GIZC. En adoptant un amendement budgétaire en 2001, les membres du Parlement Européen ont montré une nouvelle fois que le problème a acquis une dimension européenne. Deux raisons principales justifient en outre le traitement du problème de l'érosion côtière au niveau communautaire :

1. La dimension communautaire des sédiments et des sols : les sédiments dont dépend la future résilience côtière, sont contenus dans des bassins hydrographiques qui couvrent en grande partie plusieurs Etats membres. Les ouvrages de régulation fluviale ont des conséquences sur les zones côtières d'autres Etats membres. La Directive-cadre sur l'eau est un instrument important pour aborder cette question ; une politique européenne des sols pourrait fournir des instruments supplémentaires. En outre, les sédiments des zones littorales passent souvent les frontières. Les systèmes sédimentaires du Nord-Pas-De-Calais (France), de la Belgique et des Pays-Bas sont étroitement liés les uns aux autres et des actions de gestion côtière peuvent avoir rapidement des conséquences transfrontalières, non seulement le long des plages mais aussi dans les estuaires (cf. les opérations de dragage pour améliorer la route de navigation d'Anvers). Une relation complexe analogue existe aussi dans la zone internationale de la mer des Wadden (Pays-Bas) et dans plusieurs autres zones côtières transfrontalières.

2. Les pratiques actuelles de gestion de l'érosion côtière ont tendance à utiliser indirectement les sites Natura 2000 comme des sources de sédiments. Ceci aura à long terme des implications probablement irréversibles sur le Réseau communautaire Natura 2000. EUROSION suggère que les habitats naturels désignés ne servent pas de source de sédiments pour compenser les déficits chroniques de sédiments induits par l'homme, afin d'éviter de fragiliser la résilience du littoral et de saper les objectifs de la politique environnementale communautaire. Au niveau de l'UE, cet objectif peut être atteint au moyen de la Directive Habitat.

Le besoin de réponse juridique

La mise en œuvre de la vision développée par EUROSION présente un certain nombre de risques qui ont été identifiés et qui doivent être réduits en dotant certains concepts d'EUROSION d'un cadre juridique, leur application nécessitant les réponses légales les plus efficaces. Cet objectif pourrait être atteint en amendant les directives existantes – notamment la Directive-cadre sur l'eau et la Directive Habitat – ou en examinant l'opportunité de développer une directive spécifique sur la gestion des sédiments. En plus des implications environnementales et socioéconomiques des tendances actuelles de l'érosion à l'échelle de l'Europe, au moins deux autres raisons plaident en faveur d'un engagement au niveau communautaire :

[9] Salman et al, Coastal Erosion Policies: Defining the issues. EUROSION Scoping Study, 2002. Les chiffres proviennent de la Global Vulnerability Assessment. WL Delft Hydraulics / Rijkswaterstaat, 1993.

1. Les bassins-versants et les mouvements de l'eau et des sédiments qu'ils génèrent, dépassent souvent les frontières des pays. Les travaux de régulation fluviale peuvent ainsi avoir par exemple des conséquences sur les zones côtières d'autres Etats membres ;
2. La gestion actuelle de l'érosion côtière tend vers l'utilisation des sites de Natura 2000 comme des sources de sédiments ou comme des zones à 'sacrifier' dans les zones d'érosion. Ceci aura à long terme des conséquences probablement irréversibles sur le Réseau Natura 2000.

EUROSION estime qu'une réponse juridique, réalisée en amendant les directives existantes ou en proposant une nouvelle directive et destinée à clarifier le statut international des sédiments, doit être sérieusement prise en considération dans le but de formuler les conditions nécessaires à une gestion sédimentaire coordonnée au niveau de l'UE. A cet égard, l'approche proposée est similaire à celle préconisée au sein de la Directive-cadre sur l'eau. Outre cette réponse juridique, EUROSION propose également un certain nombre de mesures complémentaires qui peuvent très bien être prises en dehors du cadre de dispositions juridiques.

La logique qui sous-tend les réponses juridiques possibles, procède de deux conclusions majeures :

1. À cause de son importance primordiale pour la sécurité nationale et la protection côtière, la mise en œuvre de réserves stratégiques de sédiments recommandée par EUROSION, risque de conduire à une certaine forme de protectionnisme. Les Etats membres risquent en effet d'être tentés de s'approprier à des fins nationales les réserves de sédiments se trouvant à l'intérieur de leurs frontières terrestres et maritimes sans se soucier des besoins sédimentaires des autres pays. Des signes de tension entre les Etats relativement à la "nationalité" des sédiments ont déjà été observés parmi les pays de la mer du Nord, qui risquent de s'accroître à l'avenir. Ces futures tensions peuvent être évitées en définissant les conditions d'une gestion sédimentaire coordonnée au niveau de la cellule sédimentaire côtière.

2. La bonne mise en œuvre du concept de réserves stratégiques de sédiments nécessite un certain nombre de mécanismes financiers comme cela est explicité dans ce document. On distingue parmi ces mécanismes l'introduction du principe de "*pollueur payeur*" au sein de la conception de projets de développement futurs exerçant un impact sur la stabilité du littoral, et l'établissement de plans d'indemnisation pour pourvoir au déplacement de biens situés dans certaines réserves stratégiques de sédiments. Il importe que ces mécanismes financiers ne soient pas déviés de leur objectif d'origine et utilisés pour prévenir les rivalités entre les investisseurs privés. La définition de la portée de mécanismes financiers de ce genre devrait être préparée de façon à éviter tout conflit avec la législation de l'UE relativement aux règles de concurrence et à la limitation des subventions publiques au secteur privé.

QUATRE RECOMMANDATIONS POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'ÉROSION CÔTIÈRE

À partir des conclusions et de la vision d'EUROSION, quatre recommandations-clés ont été émises dont la mise en œuvre conjointe permettra de mieux maîtriser les problèmes et les risques de l'érosion côtière en Europe. Chaque recommandation est accompagnée d'une mention de ses implications au niveau de l'Union Européenne, des États membres et des régions côtières (collectivité locale).

EUROSION Recommandation n° 1

Rétablir l'équilibre sédimentaire et procurer de l'espace pour les processus côtiers

Une approche plus stratégique et proactive de l'érosion côtière est nécessaire pour le développement durable des zones côtières vulnérables et la conservation de la biodiversité côtière. Dans la perspective du changement climatique attendu, il est recommandé que la résilience côtière soit renforcée : (a) en rétablissant l'équilibre sédimentaire ; (b) en laissant l'espace nécessaire pour s'adapter à l'érosion côtière et pour permettre le libre jeu des processus naturels ; (c) en identifiant des réserves stratégiques de sédiments.

En se basant sur les bilans établis, EUROSION propose l'introduction du concept d'état favorable des sédiments dans la législation européenne comme pierre angulaire de la résilience côtière et de la gestion durable de la ligne de côte. Parce que la gestion des sédiments implique plusieurs composants – le sol, l'eau, les habitats – différentes options sont suggérées pour faciliter l'introduction de ce concept dans la législation européenne. L'objectif du statut de sédiments utiles pour la zone côtière sera réalisé pour chaque cellule sédimentaire, principalement via la désignation des réserves stratégiques de sédiments, en combinaison avec des mesures traditionnelles telles que les plans d'aménagement du territoire, les règlements concernant les constructions, les procédures d'évaluation environnementale et les mesures de défense contre l'érosion côtière.

Ces mesures seront reproduites dans un Plan de Gestion des Sédiments côtiers (PGSC), qui sera repris en détail dans la recommandation n° 3.
La gestion des sédiments portant sur plusieurs secteurs – dont la gestion des terres, de l'eau et des habitats – une série d'options est proposée pour faciliter l'introduction de ce concept dans la législation européenne. EUROSION a souligné l'absence d'intégration de l'impact de l'érosion côtière dans le processus de mise en œuvre des législations européennes existantes (EIE, Directive sur les Oiseaux et l'Habitat, par exemple) et ses graves conséquences. Parmi les moyens disponibles, qui peuvent être mis en œuvre au niveau européen et leur opportunité (en termes de légitimité, d'utilité pratique et de trajet de mise en œuvre pour répondre aux problèmes identifiés), une incorporation à la législation européenne existante ou en proposant une nouvelle directive garantit les meilleurs résultats.

Si des mesures insuffisantes sont adoptées pour assurer l'apport de sédiments et l'espace nécessaire aux futurs processus côtiers, la résilience côtière ira en diminuant. A son tour, elle entraînera des risques d'érosion et de submersion, une vulnérabilité accrue des habitants et des dommages aux biens économiques et à la biodiversité.

Etat favorable des sédiments

Le L'état favorable des sédiments pour les systèmes côtiers peut être défini comme une situation dans laquelle la disponibilité en sédiments permet le maintien de la résilience des côtes en général et des lignes de côtes dynamique en particulier, tout en préservant leur caractéristiques biologiques et géomorphologiques. Les sédiments côtiers sont ceux qui se trouvent sur la côte tant dans sa partie émergée que submergée, et qui proviennent de l'érosion des falaises, de dépôts d'origine marine et fluviale :

- les sédiments côtiers déposés sur la plage sont des sédiments provenant du niveau situé au-dessus de la mer qui se sont déposés à la suite de processus marins (plages, marais et prés-salés, bancs de sable et vasières) et de processus éoliens (dunes de sable), ainsi que des zones de falaises côtières à distance suffisante du bord de la falaise (en fonction de l'utilisation de la zone située au sommet de la falaise) ;
- les sédiments proches du littoral sont les sédiments présents sur le fond marin dans la zone bathymétrique, là où le fond marin subit l'influence des vagues des hauts-fonds. Ils pourront constituer une zone-tampon prévenant la sape de la zone des hauts-fonds. La zone bathymétrique se situe généralement entre 15 et 20 m au-dessous du niveau des basses eaux.
- Les sédiments d'origine fluviale proviennent de l'érosion dans l'arrière-pays et contiennent des matériaux amenés à la mer par les rivières et les fleuves.

D'un point de vue de la résilience côtière, on peut parler d'état favorable des sédiments quand:
a) leur volume et leur répartition actuelles avoisinent la situation avant la perte de sédiments qui a commencé à se produire
suite à l'intervention de l'homme, compte tenu
• de l'apport net de sédiments provenant des bassins fluviaux;
• du transit côtier longitudinal,
• des échange de sédiments perpendiculairement au trait de côte.

b)les caractéristiques géologiques naturelles des roches et des dépôts sédimentaires côtiers, de la végétation qu'ils supportent, ainsi que leur mobilité, atténue de façon naturelle l'effet des forces d'érosion. En introduisant le concept d'état favorable des sédiments dans la législation européenne, on prévoit que les futures politiques de gestion tiendront compte des conditions naturelles du système sédimentaire et encadreront dans une certaine mesure le retour progressif des littoraux à ces conditions.

Cellule sédimentaire côtière:

EUROSION définit une cellule sédimentaire côtière comme un compartiment côtier dans lequel se produisent des phénomènes incluant la mise en mouvement des sédiments, leur transport et leur dépôt. Les limites de la cellule définissent la zone géographique dans laquelle le budget sédimentaire peut être calculé, ce qui donne le cadre pour une analyse quantitative de l'érosion et de la sédimentation . A cet égard, les cellules sédimentaires constituent les unités les plus appropriées pour atteindre un état favorable des sédiments, et par là, l'objectif de la résilience côtière. Sur le plan pratique, la cellule sédimentaire s'inscrit dans un système sédimentaire plus vaste qui englobe : le bassin-versant, la ligne de côte et l'environnement marin proche de la côte.

En termes de pratique et de gestion, la cellule sédimentaire côtière se trouve dans un cadre sédimentaire composé de trois zones géographiques :

1. Les bassins-versants, là où les précipitations alimentent les rivières et où commence le transport sédimentaire terrestre (et des polluants) jusqu'à la mer ;

2. La cellule sédimentaire côtière : Le trait de côte, là où les forces marines entrent en interaction avec la terre, l'eau et les sédiments provenant des terres, dont l'érosion des falaises. Cela peut inclure les "cellules sédimentaires" de la côte ouverte **et** les "bassins sédimentaires de la côte intérieure[10]" où les sédiments ont tendance à être plus fins et l'environnement généralement plus tranquille. Dans ces zones, la sédimentation a lieu sous forme de replats, de marais et prés-salés, etc.;

3. L'environnement marin proche du littoral, qui est également une source de sédiments en provenance du littoral proche et de certains bassins sédimentaires marins déplacés sous l'effet des marées, des tempêtes et des vagues.

Compte tenu de son importance, la délimitation des cellules sédimentaires côtières est reprise en détail à la recommandation 4.

Réserves stratégiques de sédiments

L'identification et la désignation des réserves stratégiques de sédiments pour chaque cellule sédimentaire côtière constituent un mécanisme qui facilitera le rétablissement du statut de sédiments utiles et préservera l'espace disponible pour les processus côtiers.

EUROSION définit les "réserves stratégiques de sédiments" comme des volumes de sédiments dotés de caractéristiques "appropriées" qui sont conservés en vue d'un futur réapprovisionnement de la zone côtière, soit à titre provisoire (pour compenser les pertes dues aux tempêtes violentes ou à une intervention humaine nuisible) soit à long terme (au moins 100 ans). On peut les définir comme suit :

- Au large/proches du littoral : sables accumulés sur le fond marin ;
- Dans la zone côtière, les falaises peuvent être considérées comme des réserves de sédiments si les processus d'érosion naturelle peuvent avoir libre cours dans le futur ; mais aussi les sédiments intertidaux (sur lesquels reposent les dunes et les plages) ;
- L'arrière-pays, dont les terres agricoles de moindre valeur, de préférence dans la même zone de bassins-versants. Cette option pourra être envisagée si les réserves de sédiments d'une cellule côtière s'avèrent insuffisantes.

Il est essentiel de bien comprendre les différents processus qui peuvent entraîner une demande de sédiments. A cet effet, il est bon de distinguer les différents types de réserves de sédiments. Pour définir les réserves stratégiques de sédiments, EUROSION recommande d'identifier trois types de réserves de sédiments :

- *Réserve de sédiments de type 1 : Réserves de sédiments servant de zone-tampon entre la terre et la mer.* Ces réserves de sédiments seront créées pour protéger la terre des dangers provenant de la mer comme les tempêtes et les déferlantes. Ces réserves de sédiments peuvent être composées de dunes côtières qui protègent des déferlantes et des tempêtes l'arrière-pays d'un niveau inférieur, non seulement en formant une barrière contre les vagues mais aussi comme réserves de sable pour le réapprovisionnement en sable des plages pendant et après les tempêtes. Elles peuvent également consister en marais et replats côtiers capables d'absorber aussi l'énergie extrême des vagues pendant les tempêtes, limitant ainsi les dommages occasionnés aux biens implantés sur le trait de côte. Le mode de gestion de la réserve de type n° 1 relèvera clairement de la "conservation active", qui consiste à maintenir les caractéristiques de la réserve (largeur, hauteur,

[10] "Bassin sédimentaire". Tous les estuaires et deltas ne sont pas des bassins sédimentaires. Certains sont des "exportateurs" nets de sédiments (et ont un déficit net de sédiments). Cependant, il est bon de les distinguer des côtes plus exposées et plus énergétiques.

inclinaison, végétation, etc. par exemple) dans des limites convenues. Ces limites excluront également toute activité risquant de menacer ces caractéristiques.

- *Réserve de sédiments de type 2 : Réserves de sédiments servant de stocks de sédiments pour s'adapter à l'élévation du niveau de la mer.* Les zones côtières s'adaptent en permanence à l'élévation du niveau de la mer en redistribuant les sédiments déposés dans les régions proches de la côte [11]. Là où l'approvisionnement en sédiments s'avère insuffisant, le trait de côte s'adaptera à une vitesse proportionnée à l'élévation du niveau de la mer. Dans les zones souffrant d'un déficit de sédiments, le niveau montant de la mer mobilisera des matériaux provenant du littoral, ce qui entraînera une érosion et un rétrécissement de la plage. Les réserves de sédiments de type 2 visent à assurer un volume de sédiments suffisant à l'intérieur de la cellule sédimentaire côtière pour permettre au littoral de s'adapter à l'élévation du niveau de la mer. Du fait que cette adaptation peut demander d'énormes quantités de sédiments, les réserves de type 2 peuvent consister en zones très étendues comprenant des baies, des estuaires, des hauts-fonds ou de grandes parties des bassins-versants. Le mode de gestion des réserves de types n° 2 est "restrictif" envers certaines catégories d'activités qui réduisent le stock de sédiments disponible à l'intérieur de la cellule sédimentaire côtière : dragage (et exportation), sites d'extraction et barrages, ainsi que programmes d'assèchement des terres. Ces zones sont considérées comme une source de sédiments largement "naturels". La gestion des réserves de sédiments de type 2 vise le maintien de leurs caractéristiques dans des limites spécifiques.

- *Réserve de sédiments de type 3 : Réserves de sédiments servant de stocks de sédiments destinés à compenser le déficit en sédiments provoqué par les interventions humaines.* Ces réserves de sédiments peuvent être situées le long du littoral (plages, chenaux de navigation ou falaises, par exemple), offshore (bancs de sable ou hauts-fonds*),* ou dans les bassins-versants situés à l'intérieur des terres (carrières ou lits de rivières, par exemple). Elles serviront à rétablir l'équilibre sédimentaire des zones où un déficit de sédiments entraîne - ou pourrait entraîner - une perte de terres inacceptable. Un rétablissement de l'équilibre sédimentaire pourra être atteint soit de façon active, en draguant les sables et réapprovisionnant artificiellement les plages, par exemple, ou de façon passive en acceptant la perte de terres due à l'érosion des falaises. Comme pour les réserves de sédiments de type 2, le mode de gestion des réserves de type 3 sera "restrictif". Les activités visant à rétablir l'équilibre sédimentaire (dragage, réapprovisionnement, par exemple) et autres sont acceptables dans la mesure où elles ne mettent pas en danger la capacité de la réserve à fournir des sédiments à moyen ou long terme. Des restrictions en matière de construction à l'intérieur des réserves de sédiments de type 3 devraient être imposées, puisque ces réserves peuvent causer une perte de terrains. De plus, la création de réserves de sédiments de type 3 ne devrait pas entraîner de problèmes environnementaux, dont l'érosion côtière, dans d'autres endroits. On prévoit d'éviter ce problème en soumettant les Plans de Gestion des Sédiments Côtiers (PGSC en anglais) à une Evaluation Environnementale Stratégique (SEA).

Note : Ce qui précède constitue une première tentative pour définir les trois types de réserves en question. Des travaux supplémentaires devront être réalisés pour approfondir leur signification et leur rôle, de façon à définir une approche durable de la gestion des sédiments côtiers.

[11] P.W. French, 2001. Coastal Defences: Processes, problems and solutions. Routledge, London. P. 41-42.

1.1. Élaboration au niveau de l'UE

EUROSION propose d'introduire les concepts d' "état favorable des sédiments" aux zones côtières et de "réserves stratégiques de sédiments" dans la législation européenne. Cela pourra avoir lieu soit en modifiant les directives existantes – la Directive-cadre sur l'eau et la Directive Habitat notamment – ou en étudiant la possibilité d'élaborer une directive spécifique sur la gestion des sédiments. L'éventualité d'une introduction de ces concepts au rang de directive est justifiée par le fait que la gestion des sédiments est une question transfrontalière en interaction, et parfois en conflit, avec les exigences des autres directives et politiques européennes existantes. Ces mécanismes devraient être mis en œuvre à travers la préparation de Plans de gestion des Sédiments (PGSC) pour les zones côtières vulnérables.

Stratégie des Sols : La CE devrait étudier la possibilité d'intégrer à l'élaboration de la Stratégie des Sols de l'UE les concepts de statut de sédiments utiles et de réserves de sédiments stratégiques en vue de la résilience côtière. Cet objectif pourra être atteint en reconnaissant le rôle des bassins-versants dans le stock sédimentaire et la qualité des sédiments à l'intérieur de la cellule sédimentaire côtière, et donc en dotant la Stratégie des Sols de l'EU d'un volet spécifique consacré à la gestion des sédiments côtiers et à l'érosion côtière. La Stratégie des Sols pourra également recommander la création de Plans de gestion des Sédiments (PGSC) comme instrument de gestion optimale des sédiments. La recommandation 3 reprend ce sujet en détail.

Politique Agricole Commune. La CE devra s'assurer que les modalités de mise en œuvre des concepts de statut de sédiments utiles et de réserves stratégiques de sédiments dans la législation de l'EU ne s'opposent pas aux exigences de la Politique Agricole Commune, notamment en ce qui concerne les mesures adoptées pour limiter l'érosion des sols.

Stratégie Urbaine : La nécessité de réserver l'espace nécessaire aux réserves stratégiques de sédiments devrait être reconnue dans les stratégies de développement urbain à l'intérieur des zones côtières sujettes à l'érosion. Du point de vue de la résilience, les réserves de sédiments pourront être combinées aux zones en retrait du littoral.

Directives sur la Nature : Il conviendra de surveiller l'utilisation actuelle des sites de Natura 2000 comme source d'approvisionnement en sédiments destinés à compenser les déficits chroniques de sédiments dus aux interventions humaines. Par ailleurs, il est essentiel d'étudier l'effet qui serait atteint en laissant la nature suivre librement son cours (en particulier dans les programmes de repli) à l'intérieur de ces sites, ceci pouvant entraîner le remplacement d'un habitat par un autre, avec une perte potentielle du Statut de Conservation Favorable dans l'habitat qui a été remplacé. Un mode d'approche devra être étudié et bénéficier d'une surveillance.

1.2. Élaboration au niveau des États membres

Les États membres devraient anticiper sur l'introduction visée de concepts de l'état favorable des sédiments et de réserves stratégiques de sédiments dans la législation de l'UE, en intégrant à leur politique nationale la résilience côtière et la création de plans de gestion des côtes et des sédiments (PGSC) visant la résilience des côtes. Les PGSC sont repris en détails dans la recommandation n° 3.

La responsabilité des Etats membres, notamment pour le maintien du réseau Natura 2000, exige une prise en compte intégrale des implications du statut de sédiments sensibles et de réserves stratégiques de sédiments pour des habitats désignés et des espèces correspondantes. Dans ce domaine, les Etats membres devraient veiller à ce que les zones désignées pour la protection de la nature (Natura 2000) ne soient pas utilisées comme des

sources de sédiments destinées à compenser les déficits chroniques de sédiments dus aux interventions humaines (autrement dit, que les sites de Natura 2000 ne soient pas implicitement considérés comme des sources de sédiments du type 3).

1.3. Élaboration au niveau des régions côtières

Les collectivités locales devraient utiliser leurs instruments de planification pour assurer l'approvisionnement en sédiments et préserver l'espace nécessaire aux futurs processus côtiers.

EUROSION Recommandation n° 2

Intégrer le coût et le risque *d*'érosion côtière dans les plans et dans les décisions d'investissement

L'impact, le coût et le risque liés l'érosion côtière provoquée par l'homme devraient être maîtrisés par une meilleure intégration des problèmes de l'érosion côtière dans la planification et les décisions d'ordre financier. La responsabilité publique pour le risque d'érosion côtière devrait être limitée et une partie appropriée du risque devrait être à la charge des bénéficiaires et des investisseurs directement concernés. Les instruments d'évaluation environnementale devraient être utilisés à cet effet. Les risques devraient faire l'objet d'un suivi et être cartographiés, évalués et intégrés dans le plans et les politiques d'investissement.

Si des mesures suffisantes ne sont pas adoptées pour intégrer les risques économiques et environnementaux dans la planification et les investissements, la société devra faire face à une augmentation des coûts liés à la gestion des côtes et aux dommages subis par les habitants, les biens économiques et les investissements privés.
Le Bilan n° 2 a fait ressortir les limites des procédures actuelles d'EIE dans la lutte contre l'érosion côtière et les inondations induites par les interventions humaines. On s'attend à ce que plusieurs instruments permettent de surmonter ces limites. En conséquence, on ne propose pas de créer de nouveaux instruments, mais plutôt d'intégrer les préoccupations concernant l'érosion côtière (en particulier l'évaluation des risques) à l'utilisation à tous les niveaux administratifs des instruments actuels. Ces instruments comprennent :

Évaluation environnementale

Les limites mentionnées dans le Bilan n° 2, à savoir le manque d'attention consacré à l'érosion côtière pendant l'EIE, peuvent largement être surmontées en :
Développant la prise de conscience des participants à l'EIE, y compris les promoteurs de projets, les membres de l'équipe de l'EIE et les autorités compétentes chargées de l'autorisation de développement. A cet effet, EUROSION a établi des *Guides pratiques visant à intégrer les problématiques d'érosion côtière dans les procédures d'évaluation environnementale (EA).* Ces guides offrent une introduction aux processus d'érosion côtière, étudient l'impact potentiel des projets sur l'érosion côtière et proposent une série de mesures d'atténuation.

- La Directive européenne 2001/42/EC sur l'Evaluation Environnementale Stratégique (SEA) s'appliquera au niveau des États membres en 2004. La Directive SEA reconnaît la nécessité d'adopter une perspective élargie face à l'impact cumulatif des développements au coup par coup et pourra être utilisée dans les problématiques d'érosion côtière et

d'inondations. Cela vaut plus particulièrement pour la gestion des zones situées dans les bassins-versants et celles proches du littoral, là où des réactions en chaîne, y compris l'accentuation des tendances à l'érosion et les risques d'inondations, dues à une baisse de l'approvisionnement en sédiments, ne sont pas toujours directement visibles.

Cartographie des aléas et des risques

La nécessité de dresser un tableau des aléas dus à l'érosion – qu'ils soient liés aux tempêtes ou graduels – a été reconnue par un certain nombre de parties prenantes actives dans le développement des côtes et les cas étudiés par le projet. Plusieurs méthodologies cartographiques ont été élaborées en Europe mais elles se limitent à des types de côtes spécifiques : falaises côtières – basées sur des techniques photogrammétriques (Haute Normandie, par exemple), dunes côtières – basées sur des modèles de profils de tempêtes (Pays-Bas, par exemple), ou plages – basées sur des informations concernant le transport sédimentaire (Vagueira-Aveiro, par exemple), etc. La plupart des méthodologies définissent les "aléas" de l'érosion côtière (la probabilité ou l'étendue de l'érosion côtière pendant une période de temps définie, quels que soient les biens implantés le long de la côte). Les risques d'érosion côtière au sens strict du terme, qui comprennent la valeur des biens vulnérables, n'ont pas été entièrement évalués. Pour combler ce vide et faciliter l'échange d'expériences et de moyens d'amélioration, il serait bon de regrouper les différentes approches existantes en une seule méthodologie intégrée, capable de fonctionner pour tous les types de risques associés à l'érosion côtière. A cet effet, EUROSION a élaboré des *Guides pratiques de cartographie des dangers de l'érosion côtière*. Cependant, au stade actuel, le passage d'une cartographie des aléas à une cartographie des risques exige des techniques d'évaluation des biens côtiers, qui en sont encore à un stade expérimental. La spécification de telles techniques est reprise en détail dans la recommandation n° 4.

Aménagement du territoire

L'aménagement du territoire et le zonage sont un moyen efficace pour les collectivités locales d'éviter le développement des zones présentant des risques d'érosion ou d'inondation. En intégrant les dangers et les risques d'érosion côtière aux plans de développement à long-terme, les collectivités locales informent à l'avance les promoteurs des politiques d'aménagement du territoire et des raisons de ces politiques. De plus, là où la sécurité du public est en jeu, les collectivités locales peuvent réduire les risques de demandes d'indemnisation des habitants si elles réglementent le développement sur les terrains sujets à l'érosion ou aux inondations. [Si ces réglementations sont fondées, les autorités seront mieux préparées à faire face aux demandes d'indemnisation en cas de dommages liés à l'érosion côtière. La collectivité et les habitants seront également dans une meilleure position s'ils peuvent minimiser les pertes causées par l'érosion côtière dans leurs communautés]. Le processus d'intégration des risques dans les plans territoriaux devrait occuper une place importante dans tout Plan de Gestion des Sédiments Côtiers (*voir recommandation n° 3*).

Instruments financiers

Le Bilan n° 2 a également permis de souligner que les mécanismes traditionnels de financement ont largement contribué à une augmentation des risques causés par l'érosion côtière aux habitants et aux biens immobiliers, en encourageant les investissements le long des côtes. Pour inverser cette tendance, des mécanismes de financements innovants doivent être élaborés, en particulier pour assurer la mise en œuvre des Plans de Gestion des Sédiments Côtiers. Ces systèmes pourraient comprendre :

- L'élaboration et la mise en place de programmes d'indemnisation, au niveau national, destinés à faciliter la relocalisation des populations côtières exposées à des risques

imminents liés à l'érosion côtière ou aux inondations. Ces programmes devraient s'appliquer à des zones de risques d'érosion côtière clairement définies. Ils permettront une indemnisation raisonnable des propriétaires fonciers et des investisseurs, tout en prévenant le développement spéculatif. Ces programmes d'indemnisation devraient être conçus de façon à ne pas s'opposer aux réglementations de l'UE en matière d'indemnisation des investisseurs privés. Chaque État membre devrait évaluer les mécanismes les plus appropriés pour élaborer de tels programmes, en mettant l'accent sur les mécanismes favorisant le transfert des coûts liés aux effets néfastes (les "externalités") de l'érosion côtière sur les parties responsables (comme défini dans la SEA) et/ou les propriétaires de biens à risque. L'évaluation des risques entraînant un nombre croissant de programmes destinés à éviter les zones dangereuses, une telle exigence devrait apparaître moins fréquemment.

- Une utilisation accrue des instruments du secteur financier, en particulier, les régimes d'assurances et les conditions d'octroi de prêts bancaires peuvent être utilisées pour transférer les coûts liés aux effets néfastes de l'érosion côtière (les externalités) de la communauté vers les investisseurs. Cet objectif pourra être atteint soit en proposant des assurances contre les dommages aux biens immobiliers assurés ou en élargissant la responsabilité des parties responsables de programmes résultant en demandes d'indemnisation pour des dommages causés par l'érosion côtière. Ces programmes d'assurance n'existent pas actuellement en Europe, mais ils pourraient être considérés comme un prolongement des systèmes existants pour la couverture des dangers naturels, dont les inondations. Il convient de noter que toute extension du programme d'assurance existant devra être menée avec prudence. L'effet adverse serait atteint si elle encourageait de nouveaux développements spéculatifs dans les zones présentant des risques d'érosion ou d'inondation. En encourageant le dialogue entre les professionnels de la banque et des assurances, et les acteurs du développement côtier, la Commission Européenne pourra se doter d'une valeur ajoutée considérable en traitant les dangers naturels comme des questions transfrontalières. Les principaux sujets à traiter sont :
  - Polices d'assurance, primes et surtaxes comme moyen d'incitation pour éliminer progressivement les nouveaux investissements dans les zones exposées ;
  - Extension des conditions bancaires pour l'octroi de nouveaux prêts en vue d'inclure la souscription d'une couverture d'assurance suffisante par l'investisseur ;
  - Difficultés techniques pour intégrer les risques liés au réchauffement climatique et à l'élévation du niveau de la mer dans le calcul des primes d'assurance ;
  - Conditions d'accès aux fonds d'indemnisation après des cas majeurs d'érosion côtière et d'inondations ;
  - Information du public et des futurs décideurs politiques.

Gestion intégrée de la zone côtière (GIZC)

Le Parlement Européen et la Recommandation du Conseil sur le GIZC (2002) encouragent la mise en application de 8 principes - approche holistique, perspectives à long terme, gestion adaptative, spécificités locales, collaboration avec la nature, planification participative, participation de tous les organes administratifs et combinaison d'instruments - comme ossature des futurs développements en bordure des côtes. La Recommandation de le GIZC ne remplace pas les instruments d'Évaluation Environnementale, mais peut s'y associer pour définir des solutions d'atténuation innovantes, économiques et socialement acceptables. Chaque fois que des plans de GIZC seront mis en œuvre, des Plans de Gestion des Sédiments Côtiers en feront partie intégrante.

2.1. Élaboration au niveau de l'UE

Stratégie des Sols : En vue de l'élaboration de la Recommandation n° 1 d'EUROSION, la stratégie et la communication thématiques devraient stipuler la préparation de cartes des risques d'érosion côtière et fournir des guides pratiques pour intégrer le problème des sols dans l'aménagement territorial, en définissant des "réserves stratégiques de sédiments" et des zones de repli.

Stratégie Urbaine : Voir plus haut au paragraphe 1.1. Par ailleurs, la nécessité d'éviter et de contrôler l'étalement urbain devra être soulignée. Cet aspect est essentiel puisque l'établissement urbain dans les zones à risque augmente les dommages potentiels dus à l'érosion et risque d'entraver l'identification des réserves stratégiques de sédiments. En principe, les zones à risque non développées et les réserves potentielles de sédiments devraient échapper à l'urbanisation et à l'étalement urbain.

Risques Naturels et Technologiques. L'érosion côtière devrait être clairement reconnue comme un danger, du fait notamment qu'elle constitue un facteur majeur d'inondation par la mer. Dans le cadre de l'initiative plus large concernant les risques et l'assurance, il serait bon que la Commission lance un débat sur les instruments permettant de transférer sur les bénéficiaires et les investisseurs une part adéquate des coûts de la lutte contre l'érosion côtière dans les zones à risque. Les questions-clés d'un tel débat ont été décrites précédemment (voir *Instruments financiers*). Ce débat pourra être initié à travers un dossier de consultation édité conjointement par la Direction Générale de l'Environnement et la Direction Générale du Marché Intérieur pour obtenir des avis sur le rôle des secteurs des assurances et des banques dans ce transfert des risques. Des entretiens préliminaires avec la Commission des Assurances, établie par la Directive UE du 19 décembre 1991, et la Fédération Européenne des Associations d'Assurances Nationales (CEA) devraient permettre d'élargir ce programme et ces questions.

Instruments Financiers, Evaluation Environnementale et Art. 6 de la Directive Habitat : Dans le cadre de l'évaluation actuelle de tous les instruments financiers et de la mise en œuvre des directives, il est essentiel d'évaluer l'impact potentiel des projets sur l'équilibre sédimentaire des côtes et les risques vis-à-vis de la sécurité des populations, des biens économiques ou de la biodiversité côtière. Des mesures d'atténuation et d'indemnisation adéquates devraient être prises en compte dans cette évaluation. Les projets touchant à l'infrastructure (Réseaux Trans-européens, transport maritime à courte distance) et la gestion de l'eau ne devraient pas être soutenus s'ils risquent d'entraîner des effets néfastes exigeant des mesures d'atténuation consécutives. Des mesures d'incitation au financement devraient être envisagées pour la préparation des cartes de risques.

Politique en matière d'Inondations : L'érosion côtière doit être reconnue comme un facteur majeur d'inondations côtières, et elle devrait faire l'objet de plans d'action contre les inondations.

2.2. Élaboration au niveau des États membres

En ce qui concerne le traitement de l'impact humain à travers la SEA et l'EIE, il est recommandé de faire de l'érosion côtière un **sujet obligatoire** qui sera évalué en relation avec un large éventail de plans et de programmes comprenant la planification, les transports, le développement touristique et l'extraction des agrégats en mer, qui affectent les côtes. La SEA devrait être promue comme un nouvel instrument majeur dans l'Evaluation Environnementale pour la gestion de l'érosion côtière.

La gestion des prévisions liées aux risques est un aspect essentiel de la mise en œuvre de cette politique. Il est clair que le développement urbain dans les sites à risque sera seulement

autorisé là où il ne nécessitera pas d'action consécutive destinée à limiter les risques d'érosion côtière.

Pour définir les réserves stratégiques de sédiments, il est important d'établir un système permettant l'expropriation ou l'indemnisation pour arriver à un repli programmé conforme aux réglementations UE sur la concurrence. Un exemple en est donné dans la Loi française qui facilite l'expropriation des biens menacés de catastrophes naturelles (Loi Barnier).

2.3. Élaboration au niveau des régions côtières

Les autorités régionales devraient promouvoir l'information publique et la prise de conscience des risques liés à l'érosion côtière comme fondement de la planification de la gestion des côtes, par exemple en diffusant des cartes de risques. Une information des acteurs et du public en général pour s'assurer de la compréhension des politiques de gestion côtière devrait être une priorité. Il faudrait aussi consacrer une attention toute particulière à une évaluation environnementale par rapport aux risques socio-économiques et financiers.

Une bonne compréhension des risques devrait être encouragée à travers l'établissement et la diffusion de cartes des risques à l'échelle locale (1:25 000).

Pour la mise en œuvre de la Recommandation n° 2, EUROSION a dressé des guides pratiques sur les sujets suivants :

- Evaluation environnementale pour améliorer l'intégration des problèmes d'érosion côtière dans les futurs investissements. Ces guides pratiques devraient être accessibles à un grand nombre d'acteurs de l'Evaluation Environnementale et traduits dans les langues officielles de l'UE ;
- Cartographie des risques d'érosion côtière devant être intégrée dans l'aménagement du territoire et les rapports.

EUROSION Recommandation n° 3

Rendre compréhensible les réponses à l'érosion côtière

La gestion de l'érosion côtière devrait passer des solutions partielles à une approche planifiée basée sur les principes de responsabilité, en optimisant les coûts d'investissement face aux biens en position de risque, en améliorant l'information du public sur les actions en cours et en laissant ouvertes les options pour le futur. Cette stratégie devrait être guidée par le besoin de rétablir la résilience côtière et le statut de sédiments utiles comme défini dans les recommandations précédentes. L'élaboration et la mise en œuvre de Plans de Gestion des Sédiments Côtiers (PGSC) devront également être encouragées.

Le Bilan n° 4 a fait ressortir l'approche "réactive" aux problèmes d'érosion côtière, qui débouche sur des solutions au coup par coup, dépourvues d'objectif clair ou de vision à long terme. Il a également souligné les effets éventuellement contraires d'une telle approche sur les processus d'érosion côtière eux-mêmes, et plus généralement sur la qualité de l'environnement. Pour répondre à ces lacunes, EUROSION propose une approche plus proactive basée sur la planification et la responsabilité quant aux résultats en matière de gestion de l'érosion côtière.

EUROSION définit une "gestion de l'érosion côtière responsable" de la façon suivante :

"Une gestion de l'érosion côtière responsable" :

- a des objectifs explicites pour une durée définie ;
- définit des responsabilités claires aux différents niveaux de l'administration ;
- est basée sur une compréhension du budget sédimentaire et des tendances à long terme de l'évolution de la ligne de côte ;
- ne compromet pas la sécurité des valeurs environnementales importantes et des ressources naturelles ;
- est basée sur une évaluation de type coûts-avantages ;
- est garantie par un budget approprié aussi bien en ce qui concerne les investissements que la maintenance ; le mécanisme financier doit être adapté aux caractéristiques locales de l'érosion et de ses impacts ;
- est accompagnée de mesures techniques convenant au but recherché ;
- inclut un programme pour contrôler le suivi et l'efficacité des mesures prises ;
- prévoit d'informer le public de tous les aspects mentionnés ci-dessus.

Si des mesures suffisantes ne sont pas adoptées pour assurer une gestion responsable du littoral, les coûts subis par la société continueront à augmenter et à devenir moins viables. La résilience à long terme des côtes face à l'érosion risque également d'en souffrir. D'où une augmentation des coûts pour les budgets régionaux et nationaux.

Portée des plans de gestion des sédiments côtiers

Depuis 1995, le Royaume-Uni intègre le développement de Plans de Gestion du Trait de Côte dans sa politique nationale de protection côtière. Ces Plans lui confèrent des moyens d'action locale permettant de réduire les risques côtiers pour la population et l'environnement. EUROSION propose d'élargir la portée de cet instrument à un Plan de Gestion des Sédiments Côtiers (PGSC) qui servira de base à ses recommandations sur la gestion de l'érosion côtière. Conformément à la vision définie par EUROSION, le Plan de Gestion des Sédiments Côtiers est un document qui définit les objectifs du statut de sédiments utiles à l'intérieur d'une cellule sédimentaire côtière spécifique ainsi que les moyens d'atteindre ces objectifs. Le PGSC devrait être établi pour une durée de 5 à 10 ans, être soumis à une SEA et être régulièrement revu.

Les Plans de Gestion des Sédiments Côtiers (PGSC) sont un des éléments du développement de la gestion intégrée des zones côtières. Outre le renforcement de la résilience côtière, un aspect-clé d'un PGSC est de permettre une évaluation à grande échelle des risques associés aux processus côtiers et de les inclure dans une politique à long terme. Le principe de base est qu'ils ont pour but d'aider à réduire les risques d'une manière durable. Un plan de gestion des sédiments côtiers devrait être un document de haut niveau constituant un élément important dans une stratégie globale de prévention contre les inondations et l'érosion côtière. Il repose sur une bonne compréhension du rôle des bassins-versants, des estuaires et des zones marines proches du littoral dans la nature dynamique de la marge côtière. La figure 6 illustre les principaux composants du développement d'un PGSC.

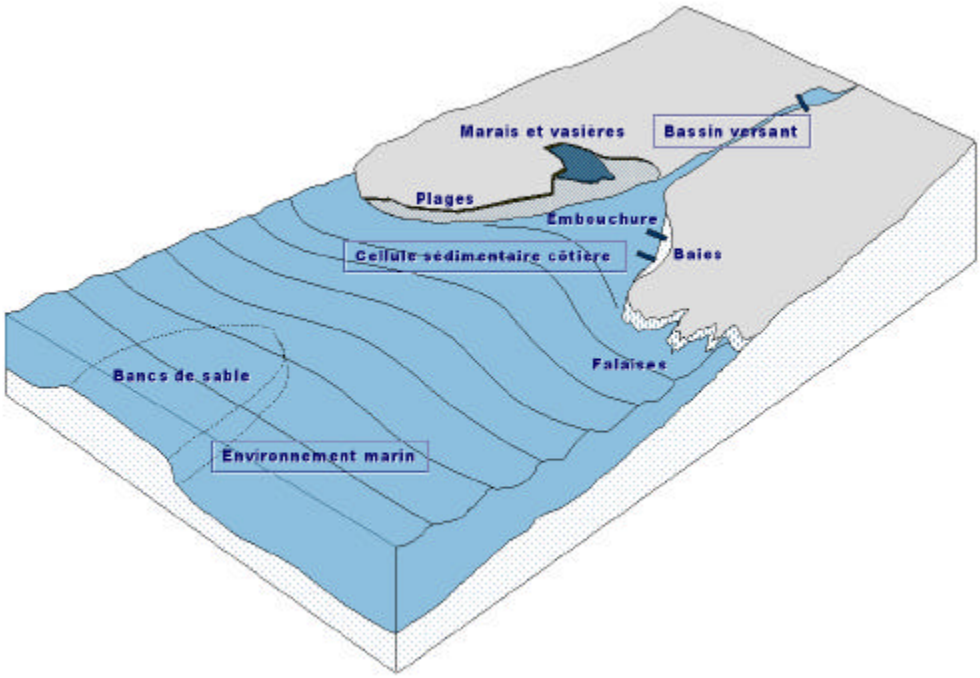


Figure 6. La cellule sédimentaire côtière (comprenant les principaux habitats côtiers montrés ci-dessus) est la base du développement des Plans de Gestion des Sédiments Côtiers. L'importance d'un système sédimentaire élargi pour l'élaboration de tels plans est illustrée par les bassins-versants et la zone proche du littoral. Pour une indication des chenaux de mouvements sédimentaires, se reporter à la figure 5 précédente.[12].

Le Royaume-Uni a élaboré une série d'options en matière de politique à adopter, qui se résument comme suit :

- Maintien du trait de côte
- Avancée vers la mer
- Repli programmé
- Laissez faire

Le projet Eurosion a montré que le fait de lutter contre le système (géomorphologique), au lieu d'y contribuer, peut dans le meilleur des cas, préserver seulement les biens pendant une durée limitée, sans une intervention supplémentaire, et au pire risquer d'accroître les risques d'érosion et d'inondations. En conséquence, on a assisté à une distanciation par rapport aux deux premières politiques, vers une approche basée sur une "intervention limitée" tenant compte des processus naturels. De plus en plus, cette approche comprend une gestion active destinée à rétablir les habitats à travers un repli programmé ou à donner libre cours à la nature et à n'adopter aucune mesure. L'évaluation de ces options exige une bonne compréhension des forces motrices et de leur impact sur le système en général. Le réchauffement climatique, l'urbanisation et les nouvelles pratiques agricoles figurent parmi ces forces. Chacune peut avoir des effets aussi bien positifs que négatifs. Par exemple, des précipitations plus importantes et des tempêtes plus fréquentes et plus violentes risquent d'entraîner une libération des sédiments, que l'érosion se produise dans l'arrière-pays ou sur une côte de falaises. D'autre part, l'urbanisation ou l'abandon de formes plus intensives d'agriculture pourra ralentir l'érosion

[12] Doody, J.P., 2001. Coastal Conservation and Management: an Ecological Perspective. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA

des sols, et donc réduire l'approvisionnement en sédiments. Il est impératif de bien comprendre l'équilibre entre ces différentes forces et leur effet sur l'approvisionnement en sédiments et les risques d'inondations.

Une première phase dans un PGSC (Plan de Gestion des Sédiments Côtiers) doit inclure l'identification de toutes les principales forces en action influençant la vitesse avec laquelle les sédiments sont enlevés (ou apportés) au système et la façon dont les dynamiques opèrent. Celles-ci devront être évaluées :

- sur une échelle de temps d'au moins 30 ans, allant jusqu'à 50 ou 100 ans dans certains cas ;
- avec une compréhension de tout le système depuis le bassin-versant jusqu'à la côte, en incluant l'environnement marin proche (voir figure 6 ci-dessus) ;
- et en prenant en considération les effets économiques, sociaux et environnementaux.

Une des conséquences de l'érosion marine est la perte de terres et de biens, mais c'est l'inondation des terres basses littorales qui représente le plus grand risque. Il est donc important de reconnaître la valeur des habitats sédimentaires côtiers (notamment les vasières, les marais et prés-salés, les dunes) comme défenses naturelles. En même temps, les possibilités de restaurer l'environnement, les attraits paysagers et touristiques par une politique de repli et de non-intervention ne doivent pas être négligées.

Teneur des plans de gestion des sédiments côtiers

Le processus de planification de la gestion du trait de côte et des sédiments devrait :

- Définir les conditions de sédimentation "intactes" et "actuelles" à l'intérieur d'une cellule sédimentaire côtière en termes de :
  - Stock naturel et actuel de sédiments avec une quantification des sédiments fournis par les sources de sédiments (rivières, falaises, hauts-fonds, par exemple), charriés par les courants et fixés par dépôt ;
  - Composition, taille et distribution des particules de sédiments sur le littoral proche et dans l'estran (sédimentologie) ;
  - Composition et distribution des habitats sédimentaires parmi la faune (benthique) ;
  - Géologie et géomorphologie du trait de côte ;
  - Positions passées et présentes du trait de côte ;
  - Bathymétrie côtière et élévation ;
  - Niveaux marins y compris régime de vague, marées astronomiques, niveaux d'eau extrêmes et tendances historiques de l'élévation du niveau de la mer ;
  - Couverture passée et présente des terres ;
  - Infrastructures majeures empêchant le transport sédimentaire (barrages, ports, jetées, digues de mer).

- Etudier les effets du changement climatique sur les inondations par la mer et les rivières, les systèmes de canalisations urbaines et le noyage des égouts, ainsi que son impact sur l'érosion côtière. Une attention devrait être accordée à ces effets si rien n'est fait pour lutter contre le réchauffement de la planète ;

- Cartographier les aléas et les risques liés à l'érosion côtière pour différents laps de temps – 25, 50 ou 100 ans, par exemple – avec et sans mesures de protection des côtes et pour différents scénarios d'élévation du niveau de la mer. Dans toutes les zones où l'érosion côtière peut causer des inondations, la cartographie de l'érosion côtière devra être accompagnée d'une cartographie des inondations côtières.

- Évaluer les biens implantés dans les zones sujettes à l'érosion côtière et aux inondations côtières induites par l'érosion. Cette évaluation sera basée sur les données concernant :
  - La population ;
  - La valeur marchande des terrains ;
  - Les activités économiques agréées ;
  - Les zones à haute valeur écologique ;
  - Le patrimoine culturel y compris les sites archéologiques, les bâtiments spécifiques, les champs de bataille historiques et autres sites importants, par exemple.

- Définir les objectifs des PGSC en termes de seuils-cibles pour répondre aux conditions de "état favorable des sédiments" à l'intérieur de la cellule sédimentaire côtière. Ces objectifs peuvent être décrits à l'aide d'une combinaison de 4 options de politique générique :
  - **Maintien du trait de côte**, en maintenant ou en augmentant le niveau de protection, et en laissant intacte la position du trait de côte. Cela peut comprendre un renforcement du stock de sédiments de façon à arriver à un "équilibre dynamique" des processus côtiers ;
  - **Avancée vers la mer**, en construisant de nouvelles défenses vers le large en plus des protections initiales. Dans le cadre de la gestion des sédiments, cela peut comprendre un remblayage des plages ;
  - **Repli programmé** permettant un déplacement vers la terre de la position du trait de côte à travers une forme d'intervention limitée sur les fronts de mer sujets à la fois aux inondations et à l'érosion. Cela peut éventuellement comprendre l'identification d'une position des défenses à terre prédéfinie. Cette approche nécessitera éventuellement l'utilisation d'apports supplémentaires en sédiments de façon à augmenter la libération des sédiments pendant le processus de repli ;
  - **Laissez faire,** en n'investissant pas dans la gestion du trait de côte, c'est-à-dire en donnant libre cours aux processus naturels.

Note : Ces options découlent des options de politique générique arrêtées au Royaume-Uni. Elles ont été modifiées pour refléter l'importance accordée aux sédiments dans la gestion du trait de côte.

- Proposer des mesures pour répondre aux conditions de "statut de sédiments utiles" comme définies ci-dessus. Ces mesures pourront rassembler un large éventail d'instruments dont :
  - La désignation de réserves stratégiques de sédiments comme instrument-clé en vue de rétablir la résilience des côtes en les approvisionnant en sédiments, là où c'est nécessaire, et en donnant libre cours aux processus côtiers. Il convient de noter que la réserve de sédiments pourra provenir d'une cellule adjacente, de la zone offshore ou dépendre de la gestion des bassins-versants. (Un surpâturage des zones en amont suivi d'une érosion pourra aggraver le transport par les rivières de matériaux supplémentaires vers la côte. Le reboisement, la réduction ou la suppression du pâturage pourra avoir un effet inverse, mais pourra aussi contribuer à réduire l'incidence des inondations.) ;
  - La modification des documents d'aménagement du territoire de façon à refléter la désignation des réserves stratégiques de sédiments et les résultats de la cartographie des risques et des dangers.
  - La désignation de types d'activités qui seront soumises à une procédure d'Etude de l'Impact Environnemental (EIE ou SEA), axée sur les processus d'érosion côtière à l'intérieur de la cellule sédimentaire côtière.
  - L'introduction de réglementations régionales et locales pour atténuer l'impact potentiel des activités humaines sur les processus d'érosion côtière. Cela pourra comprendre des réglementations sur la construction, par exemple, mais aussi une réduction des

activités de dragage pendant certaines périodes et dans certaines zones (en particulier pour les réserves de sédiments de type 1 et 2), ou des critères spécifiques imposés à la conception, la construction ou le déclassement des barrages. Pour de plus amples informations, le lecteur pourra se référer au document intitulé *Part V – Guidelines for incorporating coastal erosion issues into Environmental Assessment (EA) procedures*. (Partie V – Guides pratiques pour intégrer les questions d'érosion côtière aux procédures d'Evaluation Environnementale (EA).

- La planification des actions en faveur de la protection côtière rassemble des solutions techniques radicales ou douces dont le remblayage des plages, la réhabilitation des dunes, les ouvrages de protection contre la mer, les barrages, etc.

➢ Évaluer les coûts et les avantages d'une mise en œuvre des mesures proposées dans le PGSC. Une attention particulière devra être accordée aux coûts externes (coûts des dommages environnementaux, par exemple) et aux avantages environnementaux, qui devront être comparés avec scénario "ne rien faire" (c'est-à-dire, les coûts et avantages d'une non-application du PGSC).

➢ Définir le plan de financement. Le PGSC devrait clarifier les sources de financement en vue de sa mise en oeuvre. Une attention particulière devra être accordée aux mécanismes de financement proposés pour répondre à l'option de politique visant un "repli programmé".

➢ Établir des procédures de surveillance pour s'assurer que la mise en œuvre des mesures proposées répond aux objectifs affectés au plan de gestion des sédiments côtiers et, plus particulièrement, aux conditions d'un statut de sédiments utiles à l'intérieur de la cellule sédimentaire côtière. Les procédures de surveillance devraient également comprendre des mécanismes permettant de détecter les divergences entre les réalisations et les objectifs, et de déclencher des mesures correctives, si nécessaire.

Responsabilité de l'élaboration et de la mise en œuvre des plans de gestion des sédiments côtiers

La responsabilité de l'élaboration et de la mise en œuvre des Plans de Gestion des Sédiments Côtiers (PGSC) devrait incomber aux **autorités régionales** dont le littoral est entièrement ou partiellement compris dans une cellule sédimentaire côtière. Si plusieurs régions sont concernées par une cellule sédimentaire spécifique, des accords interrégionaux devraient être établis pour élaborer le PGSC. À côté des autorités régionales partageant la même cellule sédimentaire côtière, la préparation du PGSC devrait faire appel à la participation d'un large éventail de parties prenantes comprenant :

(i) L'autorité nationale (les autorités) chargée de l'érosion côtière et des questions liées aux inondations côtières ;
(ii) L'autorité nationale chargée de l'environnement ;
(iii) Les représentants des municipalités côtières ;
(iv) Les autorités fluviales ;
(v) Les autorités portuaires ;
(vi) Les représentants du secteur du tourisme ;
(vii) Les représentants du secteur de la pêche et de l'aquaculture ;
(viii) Les représentants des groupements de défense de l'environnement ;
(ix) Les représentants des instituts universitaires et de recherche ;
(x) Les représentants des entreprises de construction d'ouvrages côtiers ;
(xi) L'autorité nationale chargée des travaux publics ;
(xii) L'autorité nationale chargée du logement ;
(xiii) L'autorité nationale chargée des transports maritimes ;

(xiv) L'autorité nationale chargée du tourisme ;
(xv) L'autorité nationale chargée des affaires rurales et de l'aquaculture ;
(xvi) Les autorités de surveillance des assurances nationales ;
(xvii) La(les) fédération(s) nationale(s) des compagnies d'assurances.

3.1. Élaboration au niveau de l'UE

Recommandation UE sur le GIZC : Les bilans d'EUROSION, y compris le Guide pratique de Gestion du Trait de Côte (offrant des informations sur les meilleures pratiques en matière de gestion de l'érosion côtière), devraient être largement propagés parmi les États membres, les réseaux côtiers et les projets financés par l'UE, par exemple.

Instruments financiers (en particulier, fond de cohésion de "Environment and Risk", développement rural, et Banque européenne d'investissement) : En tant qu'éléments des évaluations de conditionnellement existantes, les projets de gestion de l'érosion côtière ne devraient pas être soutenus s'ils risquent d'entraîner des effets néfastes nécessitant des mesures d'atténuation consécutives. Les programmes visant le rétablissement de l'équilibre sédimentaire et de la résilience côtière devraient bénéficier d'incitations au financement.

3.2. Élaboration au niveau des États membres

La responsabilité de l'élaboration des Plans de Gestion des Sédiments Côtiers devrait incomber aux autorités régionales dont le littoral est entièrement ou partiellement compris dans une cellule sédimentaire côtière. Si plusieurs régions sont concernées, des accords interrégionaux devraient être établis pour élaborer les plans de gestion des sédiments côtiers.
Les États membres devraient encourager la diffusion d'informations sur les meilleures pratiques de gestion de l'érosion côtière (y compris le Guide de Gestion du Trait de Côte d'EUROSION) dans leur propre langue.

3.3. Élaboration au niveau des régions côtières :

Les autorités régionales devraient endosser la responsabilité du développement des PGSC et s'assurer que la gestion du trait de côte répond entièrement aux principes de responsabilité susmentionnés. Les PGSC devraient être mis en place pour une période de 5 à 10 ans, être soumis à une SEA et être régulièrement évalués et revus.

EUROSION Recommandation n^{o} 4

Renforcer la base de la connaissance de la gestion ainsi que de la planification de l'érosion côtière

Les connaissances de base en matière de processus côtiers et leur prise en compte dans la planification et la gestion du trait de côte devraient être renforcées par le développement de stratégies d'information. Celles-ci devraient inclure la diffusion de « pratiques modèles », privilégier une approche proactive vis-à-vis de la production et diffusion de données, et enfin promouvoir une responsabilisation autorités de région et des acteurs locaux en matière de gestion de l'information.

Le manque de coordination dans la fourniture d'informations a eu pour conséquence que par le passé des décisions ont été prises sur des bases souvent inadéquates. C'est ce que met en évidence le Bilan 5. En réaction à ces dysfonctionnements, la recommandation stratégique n° 4 propose une approche proactive de la gestion des données et des informations qui concernent les côtes européennes. Cette approche vise à encourager le leadership institutionnel des collectivités régionales pour fournir l'impulsion nécessaire afin que l'accessibilité aux sources de données soit facilitée, que la production future d'informations et de connaissances soit entourée de conseils adéquats et que les meilleures pratiques dans les domaines de la gestion du trait de côte soient propagées.

Au cœur d'une bonne prise de décision se trouvent de bonnes informations. Les résultats du rapport thématique d'informations destiné au programme de démonstration de l'UE sur la GIZC suggèrent que pour faciliter une action appropriée, des informations sont nécessaires à tous les niveaux où la politique est formulée et où la gestion est effectuée. Une cascade de points destinés à l'amélioration de l'échange et de la diffusion des informations et des connaissances a été proposée. À chaque niveau, l'identification des besoins, la collecte et la vérification des informations pertinentes favorisent la communication, la compréhension des problèmes et la découverte de solutions éventuelles. De plus, en faisant resurgir les expériences et les informations, des leçons peuvent être partagées avec d'autres.

Simultanément, grâce à une compréhension contextuelle plus large (obtenue d'en haut par la diffusion de jeux de données, nationaux ou européens, ou par le regroupement d'informations locales) les actions entreprises au niveau local tiendront totalement compte des exigences législatives, seront adaptées à la situation et ne compromettront pas les zones adjacentes ou les intérêts contigus. Des informations inadéquates conduiront au maintien de la situation actuelle non satisfaisante, telle que répertoriée par EUROSION et montrant que lorsqu'une action inappropriée est entreprise, elle peut être coûteuse, non durable et préjudiciable à l'environnement. Un recueil de propositions d'informations pertinentes, qui permettront vraisemblablement d'améliorer la façon d'aborder le problème de l'érosion côtière en Europe, est présenté ci-dessous.

Exposition des régions* côtières *européen au risque d'érosion côtière

Au niveau européen, EUROSION recommande l'établissement d'une classification des régions côtières européennes en fonction de leur exposition au risque d'érosion côtière. Cette classification devrait à son tour servir de fondement à l'établissement de priorités pour l'application des recommandations d'EUROSION et devrait être revue tous les 10 ans. La méthodologie à utiliser pour dresser cette classification devrait reposer sur l'approche développée au cours du projet EUROSION et exploiter les résultats de sa base de données englobant toute l'Europe. Cette approche consiste à quantifier les différents facteurs ayant une

influence sur les processus d'érosion côtière (facteurs de pression) ou affectés par ces processus (facteurs d'impact) et à combiner ces facteurs comme décrit ci-dessous :

MÉTHODOLOGIE POUR LA CLASSIFICATION DES RÉGIONS EUROPÉENNES EN FONCTION DE L'ÉROSION ET DES INONDATIONS CÔTIÈRES			
Indicateur	**0 point**	**1 point**	**2 points**
SCORE DE PRESSION			
1) Élévation du niveau relatif de la mer (meilleure estimation pour les 100 prochaines années)	*< 0 cm (par région)*	*ENTRE 0 ET 40 CM (PAR RÉGION)*	*> 40 CM (PAR RÉGION)*
2) Tendance de l'évolution du trait de côte	*Moins de 20 % du trait de côte s'érode (par région)*	*Entre 20 % et 60 % du trait de côte s'érode (par région)*	*Plus de 60 % du trait de côte s'érode (par région)*
3) Par rapport à la version précédente, la base de données la plus récente indique que le trait de côte passe de stable à affecté par l'érosion ou la sédimentation	*Moins de 10 % du trait de côte change entre les 2 versions (CCEr et CEL)*	*Entre 10 et 30 % du trait de côte a changé entre les 2 versions (CCEr et CEL)*	*Plus de 30 % du trait de côte a changé entre les 2 versions (CCEr et CEL)*
4) Niveau extrême de la mer	*Moins de 1,5 mètres*	*Entre 1,5 et 3 mètres*	*Plus de 3 mètres*
5) Urbanisation côtière (dans les 10 km de zone littorale)	*La surface urbanisée (en km²) a augmenté de moins de 5 % entre 1975 et aujourd'hui*	*La surface urbanisée (en km²) a augmenté de 5 à 10 % entre 1975 et aujourd'hui*	*La surface urbanisée (en km²) a augmenté de plus de 10 % entre 1975 et aujourd'hui*
6) Réduction de l'apport de sédiments fluviaux (rapport)	*Le rapport entre le volume réel de sédiments fluviaux déchargés et le volume théorique (c'est-à-dire sans barrages) est supérieur à 80 %*	*Rapport entre 50 et 80 %*	*Rapport inférieur à 50 %*
7) Type géologique de la côte	*> 70 % de "segments probablement non érodables"*[13]	*Entre 40 et 70 % de "segments probablement non érodables"*	*< 40 % de "segments probablement non érodables"*
8) Élévation	*< 5 % de la surface régionale a une altitude inférieure à 5 mètres*	*Entre 5 et 10 % de la surface régionale a une altitude inférieure à 5 mètres*	*> 10 % de la surface régionale a une altitude inférieure à 5 mètres*
9) Façade ouvragée (y compris les structures de protection)	*< 5 % de la façade littorale régionale est ouvragée*	*Entre 5 et 35 % de la façade littorale régionale est ouvragée*	*> 35 % de la façade littorale régionale est ouvragée*
SCORE D'IMPACT			
10) Population habitant dans le RICE[14]	*< 50 000 habitants par région*	*Entre 50 000 et 200 000 habitants par région*	*> 200 000 habitants par région*
11) Urbanisation côtière (dans les 10 km de zone littorale)	*La surface urbanisée (en km²) a augmenté de moins de 5 % entre 1975 et aujourd'hui*	*La surface urbanisée (en km²) a augmenté de 5 à 10 % entre 1975 et aujourd'hui*	*La surface urbanisée (en km²) a augmenté de plus de 10 % entre 1975 et aujourd'hui*
12) Zones urbaines et industrielles dans le RICE	*< 10 % du territoire occupé situé dans le RICE l'est par des surfaces urbanisées et industrielles (par région)*	*Entre 10 et 40 % du territoire occupé situé dans le RICE l'est par des surfaces urbanisées ou industrielles (par région)*	*> 40 % du territoire occupé situé dans le RICE l'est par des surfaces urbanisées ou industrielles (par région)*
13) Zones d'intérêt écologique élevé, situées dans le RICE*	*< 5 % des zones d'intérêt écologique élevé sont situées dans le RICE par région*	*Entre 5 et 30 % des zones d'intérêt écologique élevé sont situées dans le RICE par région*	*> 30 % des zones d'intérêt écologique élevé sont situées dans le RICE par région*

[13] Les "segments probablement non érodables" sont définis dans le Document technique – Methodology for the Assessment of EUROSION Indicators "Chapitre 4.7 – Geological Coastal Line"

[14] RICE: Radius of Influence of Coastal Erosion (Rayon d'influence de l'érosion côtière)

La exposition au risque d'érosion côtière est définie par la formule : *Exposition = Score de pression x score d'impact*
et les classes de vulnérabilité sont définies comme suit :

Classes	*Vulnérabilité*
Exposition *très élevée*	*>55*
Exposition *élevée*	*40-55*
Exposition *modérée*	*25-40*
Exposition *faible*	*<25*

La classification des régions côtières européennes en fonction de leur exposition à l'érosion côtière devrait entraîner la mise en place au niveau des pouvoirs publics régionaux d'un cadre temporel pour l'établissement et la réévaluation des plans de gestion des sédiments et des cellules sédimentaires côtières. Les définitions suivantes sont recommandées :

Classe 1 – Exposition très élevée : Les régions de la classe 1 devraient bénéficier d'une attention immédiate de la Commission Européenne, des États membres et de la Collectivité régionale concernée. Les plans de gestion des sédiments côtiers (PGSC) concernant les régions de classe 1 devraient être dressés avant la fin 2006 et leur réalisation contrôlée et évaluée annuellement. En raison de la signification de ces régions au niveau européen, l'élaboration de plans de gestion des sédiments côtiers pour les régions de classe 1 devrait recevoir un appui financier et technique de la part des autorités nationales et européennes ;

Classe 2 – Exposition élevée : Les régions de la classe 2 devraient bénéficier de l'attention de la Commission Européenne, des États membres et de la Collectivité régionale concernée. Les plans de gestion des sédiments côtiers concernant les régions de classe 2 devraient être dressés avant la fin 2008 et leur réalisation contrôlée et évaluée tous les trois ans. En raison de la signification de ces régions au niveau national, l'élaboration de plans de gestion des rivages et des sédiments pour les régions de classe 2 devraient recevoir un appui financier et technique de la part des autorités nationales ;

Classe 3 – Exposition modérée : Les régions de la classe 3 devraient bénéficier de l'attention des États membres et de la Collectivité régionale concernée. Les plans de gestion des sédiments côtiers concernant les régions de classe 3 devraient être dressés avant la fin 2008 et leur réalisation contrôlée et évaluée tous les cinq ans ;

Classe 4 – Exposition faible : Les régions de la classe 4 ne nécessitent pas une attention à court terme de la part de la Commission Européenne ni des États membres en ce qui concerne l'érosion côtière. Les plans de gestion du rivage et des sédiments concernant les régions de la classe 4 devraient cependant être établis avant la fin 2010 et leur réalisation contrôlée et évaluée tous les dix ans.

Les définitions détaillées et les évaluations des facteurs de pression et d'impact sont fournies dans des rapports complémentaires. Diverses cartes et divers tableaux – comprenant la vulnérabilité des régions européennes à l'érosion côtière – sont disponibles dans le document complémentaire de ce rapport – PARTIE II – Atlas EUROSION.

Normalisation des jeux de données nécessaires à la délimitation des cellules sédimentaires côtières

Conformément aux recommandations précédentes, les cellules sédimentaires côtières représentent des unités concernées par la gestion de l'érosion côtière. Cependant, l'expérience acquise en Europe a montré que la délimitation des cellules sédimentaires côtières est loin de constituer une tâche banale et qu'elle souffre d'un manque de logique au niveau européen. Des

efforts devraient être faits afin d'augmenter la cohérence de la délimitation des cellules sédimentaires côtières dans toute l'Europe, notamment par la normalisation de la réalisation des principaux jeux de données, nécessaires à l'établissement de telles délimitations. Ces jeux de données sont :

- Trait de côte. Le trait de côte peut être défini comme étant l'interface entre la terre, la mer et l'air. Cependant, en raison des forces dynamiques agissant au niveau de la marge côtière, sa position ne peut pas être déterminée avec précision. Les positions actuelles et historiques du trait de côte sont des informations clés pour comprendre les processus côtiers, anticiper les changements futurs et prévenir la construction dans des zones fortement dynamiques. Il joue aussi un rôle important dans la délimitation des cellules sédimentaires côtières du fait qu'il offre un aperçu des modelés du terrain. Le projet EUROSION a fourni une représentation du trait de côte européen à l'échelle 1:100 000, qui peut être utilisé comme point de départ pour la délimitation d'un trait de côte plus précis à l'échelle 1:25 000 ou plus grande, nécessaire pour effectuer la démarcation des limites des cellules sédimentaires avec un niveau suffisant de précision. À son tour, la géométrie du trait de côte fait fonction de condition de limite au transport sédimentaire côtier. Un trait de côte précis sera indiqué par une courbe de niveau avec une précision de position horizontale de 3 mètres.

- Hydrographie. L'hydrographie devrait comprendre aussi bien une représentation par courbes de niveau des rivières que des limites de leurs bassins-versants. Les bassins-versants d'une rivière peuvent être définis comme le territoire où se fait le captage et le transport des eaux de pluie et d'écoulement vers un lieu de déversement donné dans la mer. La délimitation des rivières et de leurs bassins-versants a été entreprise dans le champ d'application de la Directive cadre sur l'eau et devrait être disponible pour les régions côtières à une échelle de 1:100 000 à 1:25 000.

- Élévation côtière et bathymétrie. L'élévation côtière et la bathymétrie font référence à la position verticale dans l'espace de tout point donné d'un plan situé au-dessus ou au-dessous d'un plan de niveau de comparaison, généralement le niveau de la mer ("niveau moyen de la mer" pour l'élévation terrestre, "étiage"pour la bathymétrie). L'élévation côtière et la bathymétrie donnent une représentation du terrain, indiquant ses contours ou ses courbes de profondeurs, et offrent une perspective tridimensionnelle. Ces données sont essentielles pour la délimitation des cellules sédimentaires, étant donné que la profondeur marine influe sur la propagation des vagues des eaux littorales et provoque la dérivation des vagues approchantes (réfraction des vagues). À son tour, la réfraction des vagues modifie la direction des courants produits par les vagues, courants faisant partie des vecteurs primaires du transport sédimentaire. La bathymétrie contribue aussi à répertorier les chenaux sous-marins (ou ravines) et les bancs de sable littoraux (ou hauts-fonds) et donc les voies de transport sédimentaire et les bassins sédimentaires. Enfin, l'élévation côtière (terrestre) permet de cataloguer les formes de terrains qui peuvent jouer un rôle actif dans les processus de transport sédimentaire, telles que les promontoires qui perturbent le transport sédimentaire littoral ou les falaises et les dunes qui sont des sources de sédiments. L'élévation côtière et la bathymétrie peuvent être représentées sous forme de grilles ou de courbes de niveau, mais leur précision devrait être supérieure à 3 mètres pour les cotes horizontales et à 0,2 mètres pour les cotes verticales. Dans le cas des grilles, la densité des points devrait être au minimum d'un point par mètre. Dans le cas de courbe de niveau, les données devraient idéalement se trouver entre –20 mètres et +20 mètres, avec une définition de l'écartement de 1 mètre.

- Régime de vague littorale. Le régime des vagues décrit l'état de la mer dans une zone donnée. Il peut être défini comme l'ensemble des caractéristiques physiques et statistiques des vagues qui se propagent sur cette zone donnée. Le régime des vagues se caractérise par un certain nombre de paramètres, comprenant la hauteur des vagues, leur périodicité et

leur direction et les valeurs remarquables de ces paramètres, telles que leur moyenne et leurs valeurs extrêmes. Des valeurs plus sophistiquées existent aussi. Les vagues sont produites par l'action des vents sur la surface de la mer. Le régime des vagues est étroitement lié aux processus côtiers dans la mesure où l'énergie libérée par les vagues qui déferlent est directement responsable du transport sédimentaire, aussi bien longitudinalement que transversalement au littoral. Les informations clés sur le régime des vagues devront être fournies en tant qu'attributs ou de points vectoriels (format GIS) de localisation, répartis le long du littoral européen. Chaque position devrait être accompagnée des paramètres suivants en tant qu'estimateurs statistiques des valeurs enregistrées par le passé : hauteur moyenne des vagues, hauteur significative des vagues (hauteur moyenne de la plus haute troisième vague), hauteur extrême, période moyenne des vagues et période de pointe. Ces paramètres devraient être fournis pour chaque secteur directionnel : 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 et 315 degrés. Les données concernant les vagues devront idéalement être indiquées sur une grille normale de positionnement.

- Marées astronomiques. La marée est la montée et la descente périodique des eaux océaniques et côtières, qui résultent de la position relative de la terre, de la lune et du soleil. La périodicité des marées peut être semi-diurne, diurne, bimensuelle, mensuelle, saisonnière et annuelle ou même couvrir une période encore plus longue. La hauteur des marées (c'est-à-dire la différence de niveau de l'eau entre marée basse et marée haute consécutives) peut avoir une valeur mesurée en centimètres (microtidal) mais aussi atteindre jusqu'à 10 mètres (macrotidal), selon l'endroit sur la terre et l'époque de l'année. De plus, la marée ne se produit pas partout au même moment : la propagation des marées provoque des courants – donc des transports sédimentaires – qui sont gouvernés par la géométrie et la bathymétrie du bassin maritime. Les données concernant les marées astronomiques – c'est-à-dire le niveau de la marée corrigé pour les conditions atmosphériques spécifiques (la vague) – prend la forme d'"horaires des marées" qui donnent une prévision quotidienne des heures et des hauteurs de marées basses et hautes pour un ensemble de stations primaires. Ces données sont généralement calculées pour des sites standard, correspondant aux principaux ports, à l'aide de modèles mathématiques étalonnés au moyen de valeurs enregistrées par marégraphes. À d'autres endroits, les marées astronomiques sont indiquées sous forme d'heures et de hauteurs obtenues sur des sites ordinaires. Ces stations secondaires devraient idéalement être réparties sur tout le trait de côte européen, avec une densité de 1 point par kilomètre.

D'autres efforts devraient aussi être déployés afin de développer une méthodologie au niveau européen destinée à la détermination des limites des cellules sédimentaires côtières, sur la base des jeux de données mentionnés plus haut. Une attention particulière devra être apportée au repérage des sources de sédiments, de leurs bassins et de leurs réseaux de circulation.

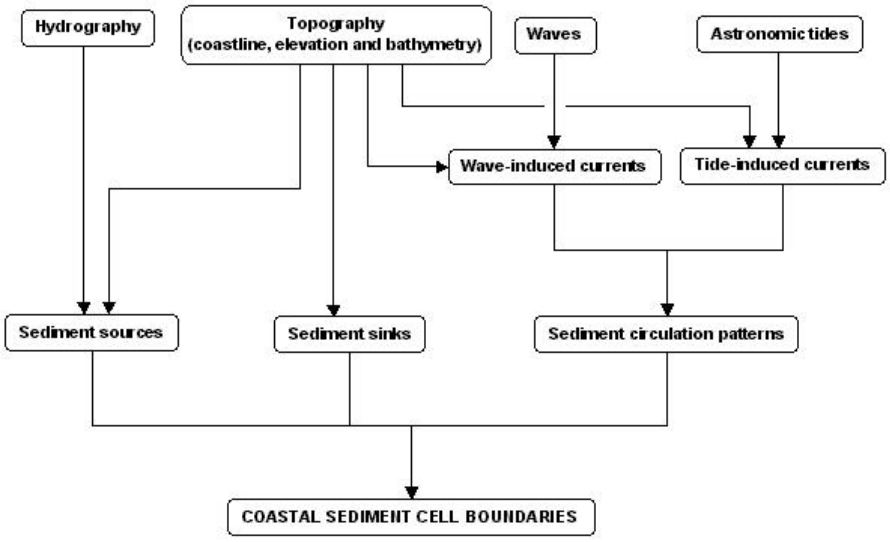


Figure 7. Cadre méthodologique pour la délimitation des cellules sédimentaires côtières

Développement d'une recherche opérationnelle sur la détermination de la valeur accordée au littoral

Les bilans d'EUROSION ont mis en lumière les lacunes opérationnelles dans la détermination de l'intérêt accordé au littoral du point de vue social, écologique et économique. À l'avenir, une attention particulière devrait être accordée à l'élaboration de techniques permettant d'établir une représentation cartographique de la valeur sociale, écologique et économique cumulée des zones côtières. Une représentation cartographique devrait ensuite être faite de ces valeurs, qui permettraient de passer de cartes d'aléas (*hazard*) d'érosion côtière à des cartes de risques (*risk*) d'érosion côtière et qui contribueraient à la réalisation d'études du rapport coûts-avantages. La recherche opérationnelle de repérage et d'évaluation de ces valeurs devrait se baser sur :

- les données communément utilisées concernant la population, l'occupation des sols, le marché foncier, les infrastructures, les activités économiques autorisées, les zones d'intérêt écologique élevé et les sites appartenant au patrimoine culturel ;

- les techniques GIS, facilitant donc l'intégration à d'autres activités, en particulier l'établissement de cartes de risques côtiers ;

- les recherches existantes sur les techniques d'évaluation, en particulier les techniques qui tiennent compte des fonctions porteuses, productrices, régulatrices et informatives de la côte.

Développement d'une recherche conventionnelle sur le changement climatique ayant un impact sur le littoral

D'énormes efforts ont été déployés jusqu'à présent en ce qui concerne le changement climatique et son impact sur les écosystèmes côtiers, en particulier. Ces efforts devraient être poursuivis et amplifiés notamment en ce qui concerne les aspects suivants :

- l'évaluation quantitative des conséquences de l'élévation du niveau de la mer sur l'évolution des zones humides littorales, spécialement sur le sable de marée, les vasières et les marais salants, et de l'effet des mesures d'atténuation et de stabilisation prises pour limiter ces conséquences ;

- l'évaluation quantitative de l'impact du changement climatique et de l'élévation du niveau de la mer sur les périodes de récurrence des hauteurs extrêmes des vagues le long des côtes européennes ;

- l'évaluation quantitative de l'ampleur des intrusions d'eau salée provoquées par les changements de flux des rivières et l'élévation du niveau de la mer.

Encouragement de la coopération interrégionale axée sur la planification de la gestion des sédiments côtiers

Les États membres de l'UE, les régions européennes et la Commission Européenne devraient étendre le champ d'application de leurs instruments respectifs consacrés à la coopération interrégionale afin de soutenir l'élaboration conjointe, par diverses autorités régionales, de plans de gestions des sédiments côtiers (PGSC) basés sur les cellules sédimentaires côtières. La priorité devra être accordée aux points suivants :

- Conception et diffusion de meilleures pratiques destinées à intégrer les problèmes d'érosion côtière dans les Etudes d'Impact Environnementales (EIE et EES) ;

- Conception et diffusion de meilleures pratiques destinées à l'élaboration de cartes des dangers et des risques d'érosion côtière et à leur intégration dans les plans géographiques ;

- Conception et diffusion de meilleures pratiques destinées à l'économie côtière – comprenant des méthodologies adéquates d'évaluation de la valeur économique de l'utilisation des plages, du tourisme littoral et du patrimoine côtier - afin de mieux équilibrer les coûts et les avantages des mesures de gestion du trait de côte ;

- Conception et diffusion de meilleures pratiques consacrées aux auditions publiques et aux études sociologiques destinées à évaluer l'acceptabilité sociale des scénarios de gestion du trait de côte ;

- Conception et expérimentation de nouvelles techniques d'ingénierie côtière destinées à la création de zones humides ou de bancs artificiels, à l'entretien des dunes, au drainage des plages, à l'échancrure des falaises et à la dérive du sable, et diffusion des résultats obtenus ;

- Conception et diffusion de meilleures pratiques destinées aux techniques de surveillance du littoral, englobant les techniques terrestres, maritimes, aériennes et spatiales et aux instruments de modélisation destinés à mesurer et à prévoir l'évolution du trait de côte à un niveau local, c'est-à-dire à une échelle de 1:25 000 ou mieux ;

- Conception et mise en œuvre de plates-formes nationales et régionales, destinées à échanger les données disponibles sur le régime des marées ou des vagues, la sédimentologie, les infrastructures côtières et la bathymétrie, afin de parvenir à une meilleure modélisation des processus de transport sédimentaire et d'érosion côtière dans la cellule sédimentaire côtière.

4.1. Élaboration au niveau de l'UE

Directive INSPIRE. La future Directive destinée à créer une infrastructure pour les données spatiales en Europe (INSPIRE) devrait soutenir la normalisation de la délimitation des cellules sédimentaires côtières en incorporant les principaux jeux de données nécessaires à une telle délimitation et qui répondent aux normes utilisées par l'Infrastructure de données spatiales (Spatial Data Infrastructure/SDI) établies conformément à la Directive.

GMES. Les futures activités de recherche communautaire de la Surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité (Global Monitoring of Environment and Security) se consacreront à l'établissement, au niveau européen, de méthodologies standardisées destinées à la délimitation des cellules sédimentaires côtières et comprenant des méthodes de production ou de modélisation de jeux de données nécessaires à cette délimitation. Elles se consacreront aussi à l'économie du littoral. Pour ce qui est de ces méthodologies de délimitation des cellules sédimentaires côtières, une attention particulière sera apportée :

- aux techniques combinant des produits de télédétection à très haute résolution, tels que les altimètres laser ou les capteurs Doppler haute fréquence, et les instruments de topométrie (par exemple GPS, WESP) ;

- à l'amélioration et à l'intégration des modèles existants utilisés pour simuler le régime des vagues et les courants sur le littoral. Parmi ces principaux modèles en Europe se comptent SWAN et UNIBEST (*Delft Hydraulics*), MIKE (*Danish Hydraulics Institute*) et TELEMAC (I).

Dans la mesure où l'économie du littoral tombe sous la recommandation n° 4, la priorité devrait être accordée au développement de techniques d'évaluation permettant d'établir une représentation cartographique et un traitement dans le GIS de l'intérêt attaché au littoral du point de vue social, écologique et économique.

INTERREG. La Commission Européenne devrait considérer l'élaboration de plans de gestion des sédiments côtiers (PGSC) basés sur les cellules sédimentaires côtières comme une question prioritaire des politiques de développement régional dans les zones littorales, soutenir l'échange d'expériences entre les régions et lier par conséquence l'élaboration des PGSC au financement par le programme INTERREG.

Agence Européenne pour l'Environnement. Le mandat de l'Agence Européenne pour l'Environnement (AEE) et son Centre thématique européen pour l'environnement terrestre (CTE/ET) devrait être étendu à l'actualisation et à l'évaluation périodique de la vulnérabilité des régions littorales européennes à l'érosion côtière et à l'établissement d'un compte-rendu destiné à la Commission Européenne, aux États membres et aux régions côtières. Il est toutefois recommandé d'utiliser une méthode de mise à jour minutieuse, tenant compte des restrictions et des perspectives suivantes :

- Les indicateurs n^{o} 2 et 3 (évolution du trait de côte) souffrent dans certaines zones d'un manque d'informations de la base de données sur l'érosion côtière CORINE (couvrant la période 1985-1990). Une partie significative du littoral (environ 30 %) ne dispose pas d'informations validées sur les tendances à l'érosion (informations surtout "présumées" et en moindre mesure absentes). Dans ces conditions, il est difficile de faire une différence entre les tendances à l'érosion récemment observées (sites en érosion qui ne l'étaient pas en 1985-1990) et les sites déjà connus en 1985-1990 comme étant en érosion. Dans ces cas, le projet a considéré les informations présumées présentes

dans la base de données comme étant vraies (c'est-à-dire validées). Pour les zones où de telles informations faisaient défaut, le projet a attribué à cette partie du littoral le score le plus élevé (2 points) par défaut ;

- L'indicateur n° 8 (élévation) peut être amélioré par une meilleure connaissance de l'élévation côtière – comprenant une représentation GIS de la courbe de niveau de 1 mètre. Ceci permettrait de différencier les zones fortement exposées aux inondations côtières (inférieures à 1 mètre) des zones modérément exposées à ces inondations (entre 1 et 5 mètres) ;
- Le calcul de l'indicateur n° 10 (population au sein du RICE) est basé sur la méthodologie conçue par le Centre commun de recherche de la Commission Européenne (CCR) 12. Cette méthodologie consiste à réaffecter les données démographiques – habituellement connues au niveau des municipalités européennes (niveau NUTS5) – aux unités d'occupation du sol, en supposant que la population vit plus probablement dans les zones urbaines que dans les zones agricoles ou forestières. Si le CCR estime que cette méthodologie donne de bons résultats pour la plupart des régions européennes, les données obtenues dans certaines régions peuvent cependant être moins précises (les erreurs peuvent atteindre 5 000 habitants). La méthodologie est toujours en cours de développement au CCR et à l'AEE ;
- L'indicateur n° 11 (taux d'urbanisation côtière) est déduit des données LACOAST étendues aux pays adhérents. Les procédures de contrôle de la qualité ont cependant révélé que les données LACOAST pour la Grèce témoignaient d'une qualité médiocre, qui tendrait à minimiser l'influence de la croissance démographique et de l'extension urbaine dans les zones littorales grecques ;
- Des tentatives ont été entreprises afin de donner un contenu au concept d'atouts socio-économiques "majeurs" avec l'indicateur n° 12, mais il est clair que certains atouts importants ne seront pas pris en compte, par exemple la présence d'une centrale électrique (nucléaire) dans le RICE ; il n'est pas non plus exclu que certains atouts d'importance infranationale n'exigent la mise en place immédiate de mesures de gestion de l'érosion ;
- L'indicateur n° 13 pourrait donner les meilleurs résultats si les fichiers GIS de Natura 2000 pouvaient être utilisés. Cependant, en raison des restrictions d'accès aux données de Natura 2000 par la Commission et les États membres, ce sont celles de la base de données CORINE Biotopes qui ont été utilisées comme données indirectes pour les zones d'intérêt écologique élevé. L'évaluation devrait être affinée dès que les données GIS de Natura 2000 seront disponibles ;
- La classification des régions côtières européennes en fonction de leur vulnérabilité à l'érosion et leur mise en carte ne peuvent en aucun cas être normatives quant aux choix de politique de gestion de l'érosion. Le niveau des détails présenté par la base de données au niveau européen exclut toute recommandation précise. Elles doivent être considérées comme des instruments permettant de définir les priorités en fixant un cadre temporel pour l'établissement et la réévaluation des plans de gestion du trait de côte et de leur financement. D'autres investigations seront nécessaires pour confirmer et quantifier les risques afin que les décideurs disposent des meilleures informations possibles pour la conception de la politique ;
- Enfin, le calcul des indicateurs de vulnérabilité considérés au niveau des cellules sédimentaires côtières en Europe et non à celui des régions côtières peut s'avérer bien plus pertinent. Ceci dépend toutefois de la disponibilité dans un proche avenir des données concernant les limites de ces cellules.

4.2. Élaboration au niveau des États membres

Les États membres devraient soutenir la normalisation de la délimitation des cellules sédimentaires côtières au niveau de leur territoire respectif, par la production de jeux de

données d'entrée – à savoir la position précise du trait de côte, l'élévation côtière et la bathymétrie du littoral, l'hydrographie, le régime des vagues sur le littoral et les prévisions de marées – et leur intégration dans l'infrastructure nationale des données spatiales (INDS). Les États membres devraient aussi se concerter avec l'initiative GMES pour concevoir en commun une méthodologie normalisée destinée à l'établissement de cartes des limites des cellules sédimentaires côtières européennes, en accordant une attention particulière aux cellules sédimentaires transfrontalières.

Enfin, les États membres devraient soutenir la coopération interrégionale ainsi que la recherche et le développement pour appuyer l'élaboration commune de plans de gestion des sédiments côtiers (PGSC).

4.3. Élaboration au niveau des régions côtières

À l'échelle régionale à locale, la production, l'évaluation, le stockage, la mise à jour, l'échange et la diffusion des informations pertinentes concernant les processus d'érosion côtière et la gestion du trait de côte devraient être considérés comme des conditions préalables nécessaires pour garantir le succès des opérations de gestion du trait de côte. Les autorités régionales devraient jouer un rôle conducteur dans la création des conditions institutionnelles et techniques adéquates pour que de telles activités aient lieu et que leur profit soit maximisé. Ceci devrait être réalisé par l'élaboration et la mise en œuvre par les autorités régionales d'une stratégie sur la **"gouvernance en matière d'informations côtières"**. Cette stratégie ne devrait pas être limitée à la gestion du trait de côte, mais s'étendre au contexte plus large de la gestion intégrée des zones côtières, qui connaît déjà une telle approche. Ces stratégies régionales en matière d'informations devraient se baser sur :

- *Principe 1* – une autorité directrice travaillant en partenariat avec une large gamme de parties prenantes au niveau local à national ;
- *Principe 2* – l'engagement à partager les informations (ou les données) pertinentes ;
- *Principe 3* – l'utilisation d'un système bien documenté, basé sur Internet, utilisant des standards et des normes reconnus au niveau international ;
- *Principe 4* - les institutions conservent la responsabilité de leurs propres données, y compris en matière de qualité et d'actualisation, et de leur diffusion ;
- *Principe 5* – un système d'information basé sur des données pertinentes et fiables ;
- *Principe 6* – une formation adéquate ;
- *Principe 7* – une répartition des coûts sur tous les partenaires ;
- *Principe 8* – une révision périodique du système ;
- *Principe 9* – un compte-rendu régulier de la réalisation et des résultats de la stratégie.

Les stratégies de gouvernance en matière d'informations côtières devront être soutenues, en particulier par la mise en application de systèmes d'information locale, dont la fonction générale devrait concourir à l'élaboration des plans de gestion des sédiments côtiers et plus spécifiquement à la caractérisation des situations actuelles de sédiments non perturbés, à l'élaboration de cartes de dangers et de risques d'érosion côtière, à l'exécution d'analyses coûts-avantages et aux études d'impact environnemental (EIE) en se concentrant sur les processus d'érosion côtière. Des tentatives d'établissement de spécifications pour de tels systèmes d'information locale ont été proposées par EUROSION dans un document intitulé *Guidelines for implementing local information system dedicated to coastal erosion management.*