

ETUDE DE DEFINITION DES ENJEUX DE PROTECTION DU LITTORAL SABLEUX

Phase A :

Réflexion sur les principes intégrant la GIZC
dans le cadre d'une démarche de concertation
avec les acteurs locaux



SEPTEMBRE 2006



Direction de l'Environnement

Entente interdépartementale pour la démoustication
du littoral méditerranéen

Sommaire

INTRODUCTION	2
1. ETAT DES LIEUX DE LA GESTION ACTUELLE DE L'EROSION / SUBMERSION EN CAMARGUE	3
Importance de l'érosion en Camargue	3
Les actions de protection menées jusqu'à aujourd'hui	4
2. UNE NOUVELLE STRATEGIE PROPOSEE	7
Une approche plus globale ...	7
... basée sur la définition de grands principes stratégiques en liaison avec la GIZC ...	9
... et sur différents modes de gestion	17
CONCLUSION	21
SOURCES UTILISEES	22
ANNEXE 1 : Présentation des entretiens avec les acteurs locaux	23
ANNEXE 2 : Vue d'ensemble des techniques de gestion de l'érosion côtière utilisées en Europe	25

Cartes :

- Carte 1: Dynamique du trait de côte et état des aménagements sur le littoral du PNR Camargue – page 6
- Carte 2: Premières propositions sur les modes de gestion du littoral du PNR Camargue – scénario 1 – page 19
- Carte 3: Premières propositions sur les modes de gestion du littoral du PNR Camargue – scénario 2 – page 20

INTRODUCTION

Cette première phase du travail insiste sur la nécessité d'une politique partagée localement et permet de préciser l'intérêt de la mise en œuvre de principes stratégiques.

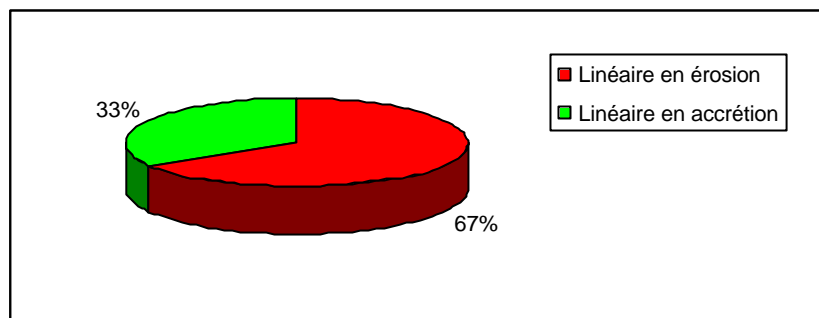
Un bref état des lieux de l'érosion et de la submersion en Camargue est présenté en parallèle du bilan sur la gestion actuelle de ces phénomènes (carte 1, page 6).

La démarche proposée ici est basée sur une vision globale principalement axée sur la notion de cellule sédimentaire mais aussi sur la définition de grands principes stratégiques en lien avec la Gestion Intégrée des Zones Côtières. Aujourd'hui, les directives européennes (EUROSION), nationales (CIADT) et régionales (orientations stratégiques pour la gestion de l'érosion du littoral en Languedoc-Roussillon) recommandent de réserver les défenses lourdes (épis, brise-lames,...) aux seuls secteurs comprenant des enjeux forts et indéplaçables. En effet, un événement potentiellement dangereux, l'aléa, n'est un risque majeur que s'il s'applique à une zone où des enjeux humains, économiques ou environnementaux sont en présence. Sur un territoire comme celui géré par le Parc Naturel Régional de Camargue, la gestion de l'érosion peut parfois être traitée avec des moyens adaptés au caractère naturel du site (rechargements de plages, restauration des cordons dunaires, abandon de certaines défenses lourdes trop coûteuses à entretenir,...). C'est pourquoi des modes de gestion sont présentés ici et deux premières propositions secteur par secteur de la gestion du littoral de Camargue sont cartographiées (carte 2 et 3, pages 19 et 20).

1. ETAT DES LIEUX DE LA GESTION ACTUELLE DE L'ÉROSION / SUBMERSION EN CAMARGUE

Importance de l'érosion en Camargue

De nombreux secteurs du littoral de Camargue sont en érosion. Sur environ 60 km de côtes, entre le Rhône vif et le Grand Rhône, 40 km sont en érosion alors que seulement 20 km s'engraissent.

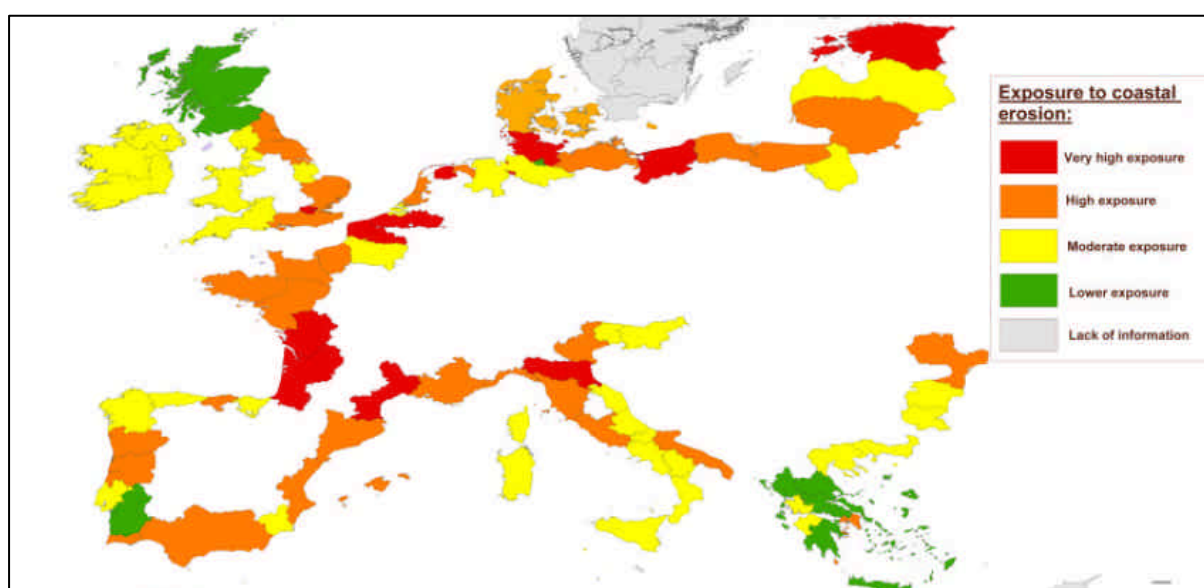


En comparant ces chiffres avec ceux de l'ensemble du littoral français on s'aperçoit que la Camargue est très touchée par le phénomène d'érosion. Au total, près du quart du littoral français est concerné par l'érosion mais de façon inégale selon les façades maritimes et selon les types de côtes.

Façade	Erosion confirmée en % du linéaire côtier	Observée principalement sur
Manche / Mer du Nord	30 %	50 % des plages 28 % des côtes rocheuses
Atlantique	24 %	48 % des plages
Méditerranée	11 %	36 % des plages

Source : Corine érosion côtière / IFEN et <http://www.mer.equipement.gouv.fr>

A l'échelle européenne, la Camargue a été classée en niveau 3 (territoire très exposé au phénomène d'érosion) sur une échelle de 4 par le programme EUROSION.



Source : *Living with coastal erosion in Europe : Sediment and Space for Sustainability - PART II – Maps and statistics*

D'après la cartographie de l'évolution du trait de côte effectué en 2000 (CEREGE pour le compte de l'Agence de l'Eau RMC), le bilan sédimentaire (en surface) du Littoral camarguais entre l'Espiguette et le Grand Rhône était largement négatif : - 467,5 ha depuis 1950.

Cette érosion est liée d'une part à l'élévation du niveau de la mer et d'autre part aux façades maritimes (tempêtes de plus en plus fréquentes et violentes qui agressent le littoral). L'épuisement des stocks sédimentaires est dû à une régression de l'alimentation par le fleuve. En effet, les apports alluviaux du Rhône, d'abord estimés à 30 millions de tonnes par an il y a 100 ans, ne sont aujourd'hui que de 8 à 10 millions de tonnes (Provansal et Sabatier, 2002).

Les actions de protection menées jusqu'à aujourd'hui

Des actions ont été entreprises, elles concernent la petite Camargue, les Saintes-Maries-de-la-Mer et le littoral des Salins.



Les Saintes-Maries-de-la-mer, juillet 2006



Le littoral géré par les Salins - site de Salin de Giraud, juillet 2006

Au total on compte 99 épis sur ce littoral, quelques brise lames et de nombreuses digues (digue frontale du Grand Radeau, digue à la mer et digues de protection des salins notamment).

La frange littorale du Golfe de Beauduc, de la pointe de Beauduc ainsi que l'Est de la plage d'Arles (ou plage de Piémanson) ne sont pas aménagés.



La pointe de Beauduc, juillet 2006

Les milieux dunaires ont également fait l'objet d'aménagements (végétalisation, ganivelles, fascinage)

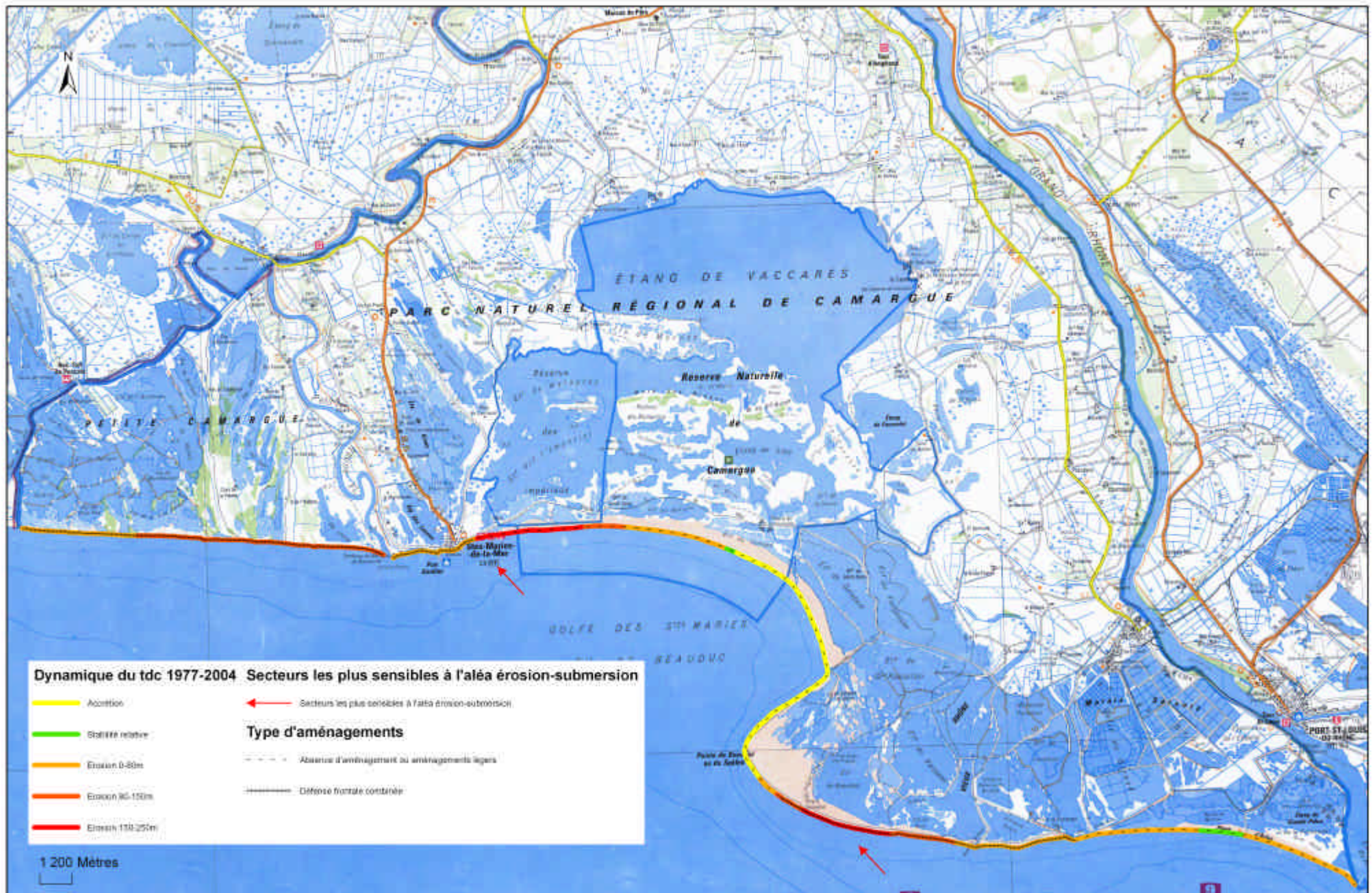
notamment sur le territoire de la Réserve de Camargue, sur les plages des Saintes-Maries-de-la-Mer et de petite Camargue. L'objectif consiste à protéger le littoral, les aménagements balnéaires et les zones d'agriculture et de saliculture.

Mais ces approches n'ont apporté qu'une réponse partielle aux problèmes posés en raison du manque de connaissance et de prise en compte globale du fonctionnement du littoral qui peut conduire à des choix techniques s'avérant inadaptés. Parfois des projets d'aménagement n'ont pas été menés à terme, les ouvrages réalisés ont manqué de suivi et d'entretien, la concertation globale entre les différents acteurs était insuffisante.

Cette logique a conduit à artificialiser environ la moitié du linéaire côtier camarguais par des équipements lourds posant, de façon générale, des problèmes liés à l'intégration dans l'environnement et aux forts coûts d'investissement et de fonctionnement. D'après l'étude SOGREAH (1995) les liaisons naturelles entre le milieu terrestre et le milieu maritime ont été rompues. Bien que le littoral soit fixé dans ces zones aménagées, l'érosion des fonds marins s'est poursuivie. Les ouvrages longitudinaux augmentent la turbulence et la fuite des sédiments, minant ainsi leurs propres fondations et aggravant l'érosion de la plage devant eux. Les épis ne sont efficaces que sur une longueur limitée de côte, ils réduisent la dérive littorale et ont pour effet d'aggraver l'érosion en aval-dérive qui appelle la construction d'autres épis, déclenchant un effet de dominos. On l'observe dans le cas de la presqu'île de Hel (Pologne – Mer Baltique), où une zone complète d'épis a été aménagée sur 12 km en l'espace de deux décennies¹. Les brise-lames et épis en T posent eux le problème de leur réalisation et de leur dimensionnement plus difficiles. Les rechargements de plages et le traitement des dunes paraissaient, déjà en 1995, être des méthodes applicables au littoral de la Camargue.

¹ *Vivre avec l'érosion côtière en Europe : Espaces et sédiments pour un développement durable Bilans et recommandations du projet EUROSION*

Carte 1 : Dynamique du trait de côte et état des aménagements sur le littoral du PNR Camargue



2. UNE NOUVELLE STRATEGIE PROPOSEE

Une approche plus globale ...

Comme sur la majorité du linéaire côtier méditerranéen, en Camargue, les interventions au “coup par coup” et dans l'urgence n'ont pas permis une prise en compte globale et approfondie des problèmes. Les démarches passées n'ont offert que des réponses ponctuelles qui ne se sont pas intégrées dans la logique d'un fonctionnement global et d'une définition précise des enjeux.

Aujourd'hui, l'objectif n'est pas de juger les aménagements passés, l'étude se basera sur l'état des lieux actuel pour élaborer une stratégie de gestion du trait de côte sur le territoire du PNRC et apporter une réponse aux problèmes d'érosion et de submersion en identifiant les enjeux. C'est notamment la cellule sédimentaire comme échelle minimum qui n'a pas été prise en compte.

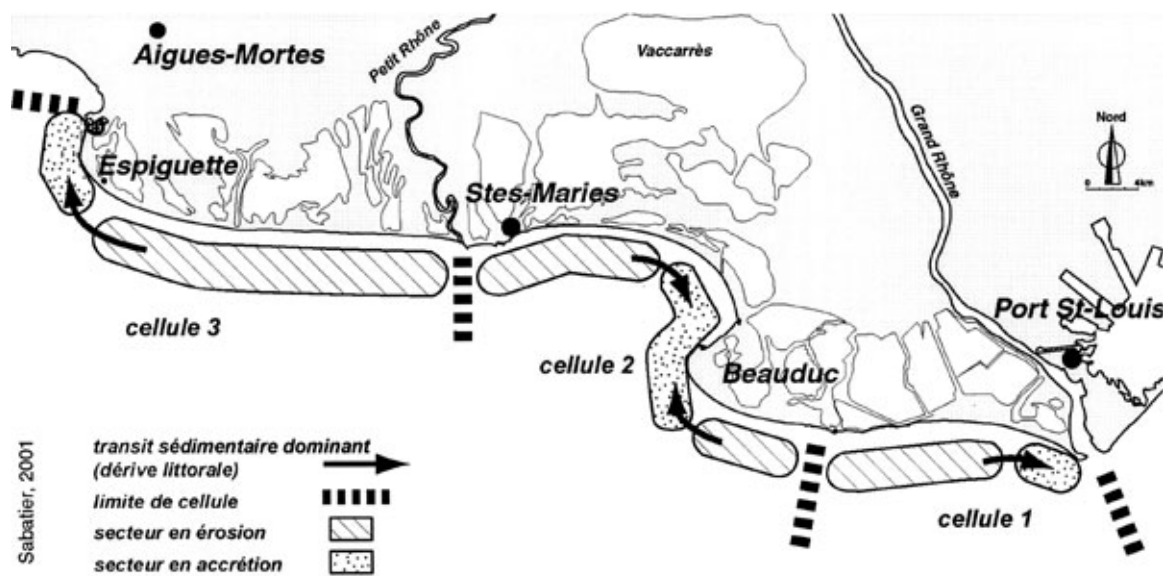
Les cellules sédimentaires sont des compartiments côtiers dans lesquels se produisent des phénomènes incluant la mise en mouvement des sédiments, leur transport et leur dépôt. Les limites de la cellule définissent la zone géographique dans laquelle le budget sédimentaire peut être calculé, ce qui donne le cadre pour une analyse quantitative de l'érosion et de la sédimentation. Entre deux cellules voisines, les échanges sont faibles voire nuls. On admet donc que sous l'action des facteurs naturels (houles, vents,...), le sable reste à l'intérieur de la cellule ou sort définitivement du système littoral (perte au large, à terre...). A cet égard, les cellules sédimentaires constituent les unités les plus appropriées pour atteindre l'objectif du statut de sédiments utiles et, par là, celui de la résilience côtière². En termes de pratique et de gestion, la cellule sédimentaire côtière se situe dans un cadre composé de trois zones géographiques : le bassin-versant, la ligne de côte et l'environnement marin proche de la côte (*Source : Programme EUROSION, 2004 et SDAGE RMC, 2005*)

Il faut distinguer sur le littoral du delta du Rhône 3 cellules sédimentaires à l'origine de la dynamique (érosion ou accrétion, cf. carte 1) littorale, leur existence est liée au sens de la dérive littorale dominante :

- De l'Espiguette au Petit Rhône avec une dérive littorale dominante Est-Ouest, la pointe de l'Espiguette est en accrétion alors que le reste de ce secteur recule.
- Du Petit-Rhône au Grau de la dent avec une dérive littorale Ouest-Est jusqu'à la pointe de Beauduc et Est-Ouest du Grau de la Dent jusqu'à la Pointe de Beauduc. La majorité du littoral des Saintes-Maries-de-la-Mer recule ainsi que la portion comprise entre la pointe de Beauduc et le Grau de la Dent alors que le Golfe de Beauduc et la Pointe de Beauduc s'engraissent.
- Du Grau de la Dent au Grand Rhône avec une dérive littorale Ouest-Est, les sédiments s'accumulent dans la partie Est de la plage d'Arles.

² Résilience côtière : 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. La résilience dépend de deux facteurs clés : les sédiments et l'espace disponible pour les processus côtiers. La résilience côtière diminue à cause des déficits chroniques de sédiments et des limites imposées à l'espace nécessaire pour faire face au retrait naturel des falaises et des systèmes sédimentaires et à la redistribution des sédiments par suite de ce retrait.

La carte suivante représente ces cellules sédimentaires en relation avec le sens de la dérive littorale résultante.



Cette approche s'appuiera également sur la définition de grands principes stratégiques et de différents modes de gestion. Ils ont été définis dans un souci de respect de la Gestion Intégrée des Zones Côtières et s'appuient sur des entretiens avec les acteurs locaux (cf. annexe 1 : présentation des entretiens avec les acteurs locaux) qui nous serviront également à affiner la définition de ces modes de gestion et des enjeux en phase B.

... basée sur la définition de grands principes stratégiques en liaison avec la GIZC ...

L'objectif est de mener une politique globale et concertée du littoral, une démarche acceptée par tous les acteurs qui servira d'outil d'aide à la décision. Les grands principes stratégiques visent :

- D'une part à éviter ou à ne pas renforcer les protections lourdes (chaque fois que cela est possible) pour respecter le fonctionnement du système dune-plage et ses transferts intrinsèques afin de ne pas altérer les fonctionnalités de l'écosystème.
- D'autre part à jeter les bases d'une politique où l'on se laisse la possibilité d'un recul contrôlé sans hypothéquer l'avenir des zones à enjeux forts (zone urbaine des Saintes-Maries-de-la-Mer par exemple), où des mesures de contention plus fortes peuvent être maintenues voire renforcées. Il s'agit de mettre en place une politique globale et prospective pour la gestion du littoral.

Ces grands principes seront retranscrits dans la nouvelle charte du Parc. La présente stratégie devra également être accompagnée de démarches plus générales telles qu'une meilleure relation entre les acteurs du littoral en Camargue mais aussi la nécessité de publication des études et des données aux acteurs du littoral afin de mieux les mettre en réseau et d'éviter une vision partielle du trait de côte. Ces démarches sont un préalable indispensable à l'application des principes et modes de gestion définis ici. Ces 13 principes stratégiques validés par le comité technique ne sont pas tous applicables en même temps et au même endroit. Ils sont présentés ici dans un ordre logique sans hiérarchie même s'ils sont numérotés.

Les exemples européens présentés ici sont tirés de voyages d'études et du document issu du programme EUROSION intitulé « *Vivre avec l'érosion côtière en Europe : Espaces et sédiments pour un développement durable - Lignes directrices pour la gestion de l'érosion côtière en Europe : Les enseignements* ».

1. Aborder le système littoral dans sa globalité, en deux dimensions : dans sa dimension longitudinale (à l'échelle minimale de la cellule sédimentaire) et dans sa dimension transversale (cet espace d'une dimension variable est porteur d'enjeux maritimes et terrestres, il ne se résume pas à une bande de quelques mètres de plage).

Exemples :

Le concept de la cellule sédimentaire côtière conduit à adopter les trois principes essentiels de gestion du littoral qui suivent et qui ont été expérimentés en Normandie, dans le Sussex, à l'île de Wight, dans l'Essex (Royaume-Uni) et sur la côte de la mer des Wadden (Pays-Bas) :

- *Conserver la quantité totale de sédiments (en mouvement ou dormant) dans le système côtier.*
- *Lorsque l'on prend des mesures, essayer de travailler avec les processus naturels ou les perturber le moins possible.*
- *S'il n'y a pas d'autre option possible, utiliser des ouvrages pour maintenir les sédiments en place.*

Le concept de cellule sédimentaire présente cependant des limites importantes compte tenu de l'évolution de ces cellules avec le temps. Les processus sédimentaires dans une cellule donnée ne sont pas totalement "autonomes" et des transferts de sédiments dans les cellules adjacentes peuvent finalement s'avérer non négligeables après une longue période.

En Camargue, des cellules sédimentaires ont été délimitées (cf. page précédente). Le littoral doit également être abordé de façon transversale en prenant en compte les enjeux maritimes et terrestres (activités halieutiques en mer et dans les étangs par exemple). Ce principe se justifie d'autant plus que l'on se situe dans un littoral deltaïque où le fleuve interagit avec le littoral. En effet les actions en amont ont des conséquences sur l'aval et donc sur la côte et les aménagements ont des répercussions en aval-dérive et en amont-dérive. Dans cette optique on peut parler de **cohésion linéaire du littoral**.

2. Favoriser les échanges entre le delta et la mer.

Exemple :

Un delta tel que celui du Rhône ne s'aborde pas uniquement par sa portion terrestre. De façon générale il faut aborder le système « delta » dans sa globalité en tenant compte des interactions fleuve – littoral. En Camargue ce principe est applicable à plusieurs niveaux. Tout d'abord, il serait intéressant que les mesures de protections terrestres (Réserve Nationale notamment) se prolongent en mer. Plus concrètement le seul pertuis en état de fonctionnement en Camargue (celui de la Fourcade) n'est pas suffisant notamment pour l'évacuation des eaux de crues et ne permet pas suffisamment les échanges biologiques. C'est pourquoi, il faut favoriser les liaisons naturelles entre le système lagunaire et la mer.

3. Préserver un espace de liberté à la mer pour le maintien de l'équilibre naturel.

Il s'agit d'une zone nécessaire à la mobilité des différents éléments composant le système littoral pour le maintien de l'équilibre naturel. Toute intervention intempestive dans cette zone peut rompre cet état d'équilibre et engendrer alors une érosion chronique. Il faut accepter sociologiquement et économiquement la mobilité naturelle du trait de côte car le littoral bouge naturellement et on ne peut le fixer partout. C'est aussi pourquoi il ne faut pas créer aujourd'hui de nouveaux enjeux dans les zones à risques mêmes si elles ont été temporairement fixées par des enrochements.

Exemple ³:

Le lido de Sète à Marseillan est une bande sableuse de 11 km de longueur et de 1 à 2 km de largeur, qui sépare l'étang de Thau de la mer. Espace emblématique du littoral languedocien, il présente un fort intérêt écologique, notamment sur sa façade vers l'étang. Traversé par une voie ferrée à haut trafic et une voie littorale importante, il abrite des activités économiques importantes : tourisme balnéaire, camping 4 étoiles, viticulture et usine d'embouteillage de Listel. Le site subit une forte érosion côtière (perte de 45 ha entre 1954 et 2000), aggravée par la présence de la route littorale construite en haut de plage. Cette érosion a, depuis les grandes tempêtes de 1982 et 1997, un impact important sur les activités présentes sur le lido et remet en cause, à terme, leur pérennité. Elle se traduit surtout par des coupures de plus en plus fréquentes de la route, qui nécessitent, chaque année, des interventions de plus en plus lourdes et coûteuses (enrochements). La présence de la route encourage, en été, une fréquentation touristique aussi élevée (plus de 800 000 visiteurs par an) qu'anarchique, avec le stationnement le long de la voie, presque sur la plage, de milliers de véhicules et de camping cars, qui accentuent l'image très dégradée du site.

Les études menées, depuis 2001, par les communes de Sète et de Marseillan ont mis en évidence la nécessité de procéder au recul stratégique de la route littorale, comme seule solution pour une protection durable du lido. Fortement portée par l'Etat à travers la Mission

³http://www.languedoc-roussillon.pref.gouv.fr/grandsdossiers/missionlittoral/grandsprojets_2 et <http://www.ifen.fr/littoral/lettres/lettre4/pages/lido>

Interministérielle d'Aménagement du Littoral et le Service Maritime et de Navigation, la réflexion a, depuis lors, été menée avec l'ensemble des partenaires concernés, en s'inspirant notamment de la méthodologie des Opérations Grands Sites et des principes de Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC).

Le projet vise à reculer la route littorale en arrière du cordon dunaire, le long de la voie ferrée. Ce recul doit permettre de reconstituer une large plage de plus de 70 m et son système dunaire, pour rétablir un fonctionnement normal du milieu et assurer une protection durable contre l'érosion. Il convient, pour cela, de recréer une voie littorale traitée comme une voie de découverte du lido, avec piste cyclable et navette de desserte, de mettre fin au stationnement anarchique et dangereux, de différencier trois types de plage (sauvage, semi-naturelle et urbaine), en fonction de leur niveau d'équipement et de leur accessibilité et de requalifier les milieux naturels dégradés, tout en conservant des conditions d'exploitation viables pour l'activité viticole, élément clé du paysage.

Ce projet constitue une déclinaison opérationnelle des « orientations stratégiques pour la gestion de l'érosion en Languedoc-Roussillon » tout comme les conclusions formulées par l'étude « Eurosion » prise en charge par la Direction Générale pour l'Environnement, à l'initiative du Parlement Européen. Il s'inscrit directement dans les travaux en cours, à l'échelle européenne, sur la gestion de l'érosion (programme Beachmed Interreg III C, auquel participe l'EID Méditerranée, programme Messina Interreg III C, auquel participe directement la ville de SETE et qui a permis de valider scientifiquement les principes d'aménagement retenus). Ce projet constitue un exemple de mise en œuvre, en termes de méthode comme de contenu, de la recommandation du 30 mai 2002, formulée par le Parlement Européen et le Conseil, relative à la mise en œuvre d'une stratégie de gestion intégrée des zones côtières en Europe.

En Camargue ce principe doit s'appliquer en particulier à certains espaces salicoles en vue d'une éventuelle reconversion économique.

4. Admettre l'évolution du rivage.

Il s'agit d'accepter le gain de territoire par l'engraissement du rivage et inversement la perte d'une partie du territoire en cas de recul.

Exemples :

Une telle approche a été appliquée au Royaume-Uni (Essex et Sussex) et en France (Criel-sur-Mer en Normandie). 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 secondaires 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.*

A Criel-sur-Mer, de 1995 à 2003, 14 maisons ont été abandonnées et leurs habitants relogés. L'originalité de ce processus d'expropriation réside dans le fait que le taux d'indemnisation ne reflète pas la véritable valeur de marché – qui tend à diminuer lorsque le risque devient imminent – mais est basé sur sa valeur du marché « en l'absence de risque », ce qui préserve les intérêts des familles expropriées. Les falaises continuent à reculer, elles peuvent fournir des sédiments précieux pour protéger les valliées en aval et la population est en sécurité.

En Camargue même si la tendance générale est au recul du trait de côte, on retrouve néanmoins la situation inverse : l'avancée du trait de côte, comme à Beauduc par exemple, où elle gêne l'activité des Salins à cause de l'ensablement des pompes. C'est également le cas sur la Pointe de l'Espiguette où l'on constate l'engraissement de la plage.

- 5. Combiner les techniques de protection de la côte** (cf. annexe 2 : vue d'ensemble des techniques de gestion de l'érosion côtière utilisées en Europe). Il n'y a pas de solution miracle et chaque situation possède une certaine spécificité. Il faut essayer 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 décision dépend d'une évaluation minutieuse des coûts et des avantages qui sert de base nécessaire à l'identification des solutions techniques viables et abordables sur le plan financier. Cependant, les solutions douces sont préférables aux solutions dures. Les solutions douces, du fait de leur manière particulière d'assister la nature, ne s'avèrent efficaces que dans une perspective de moyen à long terme, c'est-à-dire lorsque l'érosion côtière ne constitue pas un risque dans une perspective à court terme (5 à 10 ans). Leur impact ralentit en effet la régression du trait de côte mais ne l'arrête pas. L'effet positif des solutions douces, à long terme, peut être optimisé par des ouvrages en dur, qui permettent d'aborder efficacement un problème d'érosion, mais qui ont une durée de vie limitée (en général pas plus de 10 ans).

Exemples :

A De Haan (Belgique), le rechargement de la plage avec une berme subtidale donne une stabilité à long terme aux dunes environnantes. En outre, au Royaume-Uni, la plupart des cas étudiés qui bénéficient de plans de gestion du littoral (PGL), allient différents types de techniques.

En Camargue, un projet de rechargement de plage vient compléter les protections lourdes dont l'efficacité est peu satisfaisante aux Saintes-Maries-de-la-Mer afin de lutter de façon plus douce et durable contre l'érosion marine.

- 6. Gérer et entretenir la digue à la mer.**

Cet ouvrage, le plus souvent situé en retrait du rivage, lors de sa construction (1857) elle avait comme rôle d'empêcher que la mer n'envahisse les étangs du delta par forte tempête ; à certains endroits elle est maintenant un rempart direct contre la mer. Cet ouvrage s'avère pour l'instant être encore efficace contre le phénomène de submersion marine. De plus, du fait de sa construction ancienne, il fait partie intégrante de l'environnement Camarguais et semble rassurer la population.

- 7. Rechercher des solutions techniques multi-usages.**

Multi-usages au sens de fonctions sociales et économiques. En plus de protéger le littoral, ces solutions sont plus facilement acceptées par la population locale et sont plus viables du point de vue économique car elles augmentent les possibilités de trouver des cofinancements sur le long terme. En effet, on se bat plus facilement pour sauver un produit rentable.

Exemples :

Des solutions techniques différentes ont permis de combiner la défense côtière avec des visées sociales, économiques et écologiques. Ceci est bien illustré par les exemples de la Baie de Koge (Danemark), reprise sur la mer pour créer des espaces de nature à but récréatif et pour se protéger de la submersion marine, et de la Mer de Palling, où des récifs artificiels ont été expérimentés pour absorber l'énergie des vagues incidentes et régénérer la faune et la flore marines.

La recherche d'une solution multifonctionnelle s'appuie aussi sur des considérations financières. Un certain nombre d'exemples montrent que la défense côtière coûte cher. Les coûts vont de quelques milliers d'euros pour une protection locale à l'aide de brise-lames ou de géotextiles - comme sur la plage d'Estela (Portugal, 20 000 euros) - à plusieurs millions d'euros, pour un remodelage complet de la plage combinant le rechargement avec l'édification de digues d'enrochement, comme à Playa Gross en Espagne (11 millions d'euros). À ces coûts s'ajoutent ceux de l'entretien et de surveillance et, dans le cas du rechargement des plages, celui des rechargements périodiques.

8. Tester en Camargue de nouvelles techniques de façon expérimentale.

En effet, avant de s'engager dans la mise en place de moyens de protection coûteux même s'ils paraissent efficaces, il est judicieux de pouvoir les tester au préalable et dresser un bilan de leur efficacité pour évaluer le rapport coût-avantages de ces actions. Il faut néanmoins prévoir une masse critique minimale de fonctionnement.

Exemple :

Un tel projet d'expérimentation est actuellement en cours sur la plage Est des Saintes-Maries-de-la-Mer. Il s'agit d'un rechargement de plage dans les secteurs où l'érosion est la plus forte car les enrochements lourds coûtent trop cher à l'installation et à l'entretien et ne paraissent plus répondre efficacement à ce problème. Les sommes engagées sont moins importantes, cela concerne moins de 2000 m², les demandes de subventions sont en cours d'obtention pour un rechargement prévu début 2007. La masse critique est ici peut-être trop faible, le risque est d'être confronté à des imprévus à plus longs terme. Ce fut par exemple le cas pour premiers enrochements tests du Grand Radeau qui constituaient 2 à 3 épis ; suite à un bilan positif, une batterie d'épis a été installée mais aujourd'hui un bon nombre d'entre eux ne sont pas efficaces et sont noyés.

9. Privilégier les moyens préventifs et les techniques de protection évolutives et réversibles.

Il peut s'agir de contrôler l'extraction des matériaux des cours d'eau, protéger les herbiers sous-marins et la végétation dunaire jouant un rôle majeur dans l'équilibre du système littoral mais aussi mettre en œuvre le chargement en sable ou la réhabilitation dunaire par exemple.

Exemples :

Ce n'est que récemment que le rechargement de plages, qui constitue depuis 1992 le fer de lance de la politique hollandaise de défense du littoral, a reçu un grand soutien de la population locale le long de la côte des Pays-Bas. Ce soutien est largement dû aux effets secondaires positifs du rechargement sur les activités récréatives, associées à l'extension de la plage, et sur la protection de la lentille d'eau douce induite par la consolidation des dunes. Ceci est aussi largement confirmé sur une majorité de sites à travers l'Europe, qui ont opté pour le rechargement des plages – comme Giardini Naxos, Marina di Massa, Pineta de Vecchia (Italie), Can Picafort, Mar Menor (Espagne), Mamaia (Roumanie), De Haan, Zeebrugge (Belgique), Sylt (Allemagne), Hyllingebjerg (Danemark), presqu'île de Hel (Pologne), Chatelaillon (France) ou Vale do lobo (Portugal). Dans quelques cas méditerranéens, les créneaux touristiques créés par le

rechargement des plages sont même devenus un enjeu local, alors que les plages ne souffrent pas particulièrement de l'érosion ce qui, dans certains cas, a conduit à l'extraction illégale de sable, comme à Dolos Kiti (Grèce).

Plus près de la Camargue, dans l'Hérault, un projet de rechargement sur les plages de la baie d'Aigues-Mortes doit être réalisé d'ici la fin de l'année.

10. Justifier les actions entreprises et à entreprendre par une analyse inconvénients-avantages.

Il faut également prendre conscience que si l'impact de l'érosion est parfois néfaste il peut également se révéler positif en favorisant le développement d'un nouveau mode d'occupation du sol ou la prospérité d'autres milieux naturels. Ce qui est un coût pour quelqu'un peut représenter un avantage pour d'autres.

Exemples :

Si les coûts de défense côtière et leur répartition sont en général disponibles dans la plupart des cas examinés, les avantages ne sont connus que dans quelques uns. Parmi ceux-ci, celui des South Downs (Royaume-Uni) où les 14 millions d'euros investis dans la défense côtière à Shoreham et Lancing assurent la protection de 135 millions de biens immobiliers -1 300 maisons et 90 locaux commerciaux- contre les risques d'érosion et de submersion, sur une période de 100 ans. Au contraire, sur la côte à falaises du Norfolk du nord (Royaume-Uni), l'exemple de Happisburgh démontre que le coût de stabilisation des falaises par des brise-lames, estimé à plusieurs millions d'euros, comme le proposent les autorités locales, dépasse largement la valeur des 18 maisons et de la route qui s'y trouvent, d'où les difficultés de financement de ce projet. De telles études de coûts-avantages tendent à être systématiquement faites au Royaume-Uni, pour autant que les plans de gestion du littoral recommandés par le DEFRA en donnent l'impulsion. Cependant, une telle démarche reste une exception dans les autres pays européens, malgré des dépenses considérables pour la défense côtière, ainsi qu'on peut le constater sur la côte hollandaise où une moyenne de 30 à 40 millions d'euros sont consacrées chaque année au rechargement des plages. Le rapport Eurosion met également l'accent sur les 60 millions d'euros qui ont été dépensés au cours des 10 dernières années pour la défense lourde et la régénération des dunes aux Saintes-Maries-de-la-Mer ; ou sur le cas du Portugal, où 500 millions ont été investis dans la défense dure et la réhabilitation des dunes depuis 1995, le long de la côte qui va du port d'Aveiro au complexe de Vagueira. On constate, cependant, que les décisions au niveau local sont prises au moins sur la base d'informations qualitatives concernant les avantages. Une évaluation qualitative des profits a été brièvement examinée dans un certain nombre de cas :

- sécurité des personnes et des biens, principalement des maisons, mentionnée dans tous les cas ;
- réduction des niveaux d'eau extrêmes, grâce à la sédimentation dans le lit des estuaires et des bassins de marée (Holderness, Humber, Essex au Royaume-Uni et mer des Wadden aux Pays-Bas) ;
- meilleur accès aux équipements portuaires par le dragage des chenaux de navigation (Escaut occidental - Belgique) ;
- protection de l'aquifère d'eau douce contre l'intrusion saline dans les arrière-pays fertiles (Aveiro au Portugal, Hollande) ;
- revalorisation de la valeur marchande de l'immobilier, induite par la réduction du risque (Playa Gross - Espagne) ;
- augmentation de la fréquentation de la plage, induite par l'extension de l'avant-plage (Sitges, Marina di Massa, Giardini Naxos, Vecchia Pineta en Italie), de l'étendue de sable

sec (Sables d'Olonne en France) ou par la modification des caractéristiques de déferlement des vagues (Playa Gross en Espagne) ;

- réhabilitation des espaces naturelles et de la biodiversité qui y est associée (Aquitaine, Baie de Koge Danemark) ;
- fourniture d'abris pour les bateaux de pêcheurs (Vagueira au Portugal, Dolos Kiti en Grèce et à Shabla Krapetz en Bulgarie)
- absorption de l'azote par les marais côtiers, initialement prévus pour la défense du littoral.

11. Mettre en place une étude diagnostique et un suivi adapté lors de la mise en place d'un mode de gestion.

Les plages mais aussi les ouvrages de protection nécessitent un entretien et un suivi qui doivent être pris en compte dès la mise en place du mode de gestion. Ce mode de gestion devant être adapté en fonction de l'importance des enjeux littoraux. Un suivi fréquent est indispensable pour une protection côtière efficace et sert de base aux analyses coûts-avantages évoquées plus haut.

Exemples :

Un manque de diagnostic et de suivi du littoral a abouti aux situations suivantes :

- A Vale do Lobo (Portugal) 700 000 mètres cubes de sable et 3,2 millions d'euros d'investissements ont été emportés en quelques semaines par une dérive littorale ;
- Dans le delta de l'Ebre (Sud de la Catalogne) le volume de sédiments nécessaire a été prélevé dans un endroit éloigné sans avoir été soumis à une analyse rationnelle coûts-avantages ;
- A Sitges (Espagne) 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).

Les expériences tirées des études de cas ont également indiqué que les solutions apportées à l'érosion côtière, pour lesquelles des objectifs clairs ont été définis à l'avance et pour lesquelles des programmes de contrôle réguliers ont été appliqués, permettent de détecter plus vite tout décalage entre la réponse prévue du littoral et la réponse effective du littoral. Elles permettent également de décider d'actions correctives visant à économiser un montant significatif d'argent sur le long terme, comme l'illustrent les cas de la côte occidentale du Jutland (Danemark), celle des South Downs (Royaume-Uni) et celle de Playa Gross (Espagne). Des pays comme le Royaume-Uni, les Pays-Bas et les Länders allemands ont généralisé l'utilisation régulière du LIDAR, dispositif de surveillance installé à bord d'un avion, ou appliquent localement les systèmes vidéo ARGUS,

12. Intégrer les projets et les modes de gestion dans des démarches de concertation, communication et éducation.

Pour que la démarche soit acceptée par tous, elle doit être partagée dès le départ. La concertation est un processus de dialogue dont le but est de parvenir à des propositions acceptées par toutes les parties impliquées, des orientations ou des projets. Les démarches de communication et d'éducation visent d'une part à rendre accessible à tous les projets et d'autre part à sensibiliser le grand public aux questions traitées.

13. Réduire la vulnérabilité des zones littorales pour continuer à privilégier la sécurité des biens et des personnes

En effet, il ne faut pas créer de nouveaux enjeux dans des zones à risques même si elles semblent être protégées. De plus, dans les zones à enjeux il faut également penser aux situations d'urgence en cas de catastrophe naturelle (tempête) car le risque littoral est souvent négligé en Camargue.

... et sur différents modes de gestion

Pour chaque portion du littoral Camarguais il s'agit de savoir si il est possible d'accompagner la dynamique du trait de côte ou non en fonction des enjeux présents.

- Si l'on choisi de maintenir les usages et donc de stabiliser le trait de côte, deux modes de gestion sont possibles :
 - la **modification du transit sédimentaire**,
 - la restauration ou le **renforcement du fonctionnement naturel**.
- A contrario si l'on accepte de s'adapter au phénomène naturel en déplaçant ou en abandonnant les enjeux on peut décider du **repli stratégique** (recul contrôlé du littoral) pour permettre le rétablissement d'un équilibre sédimentaire.








Même si elle ne constitue pas à proprement parler un mode de gestion, **l'absence de gestion** doit être mentionnée car dans les secteurs ne posant pas de problème (accrétion ou érosion faible) le littoral n'est pas géré (c'est notamment le cas à Beauduc). Il doit cependant être suivi et surveillé régulièrement.

Tableau de définition des différents modes de gestion ⁴

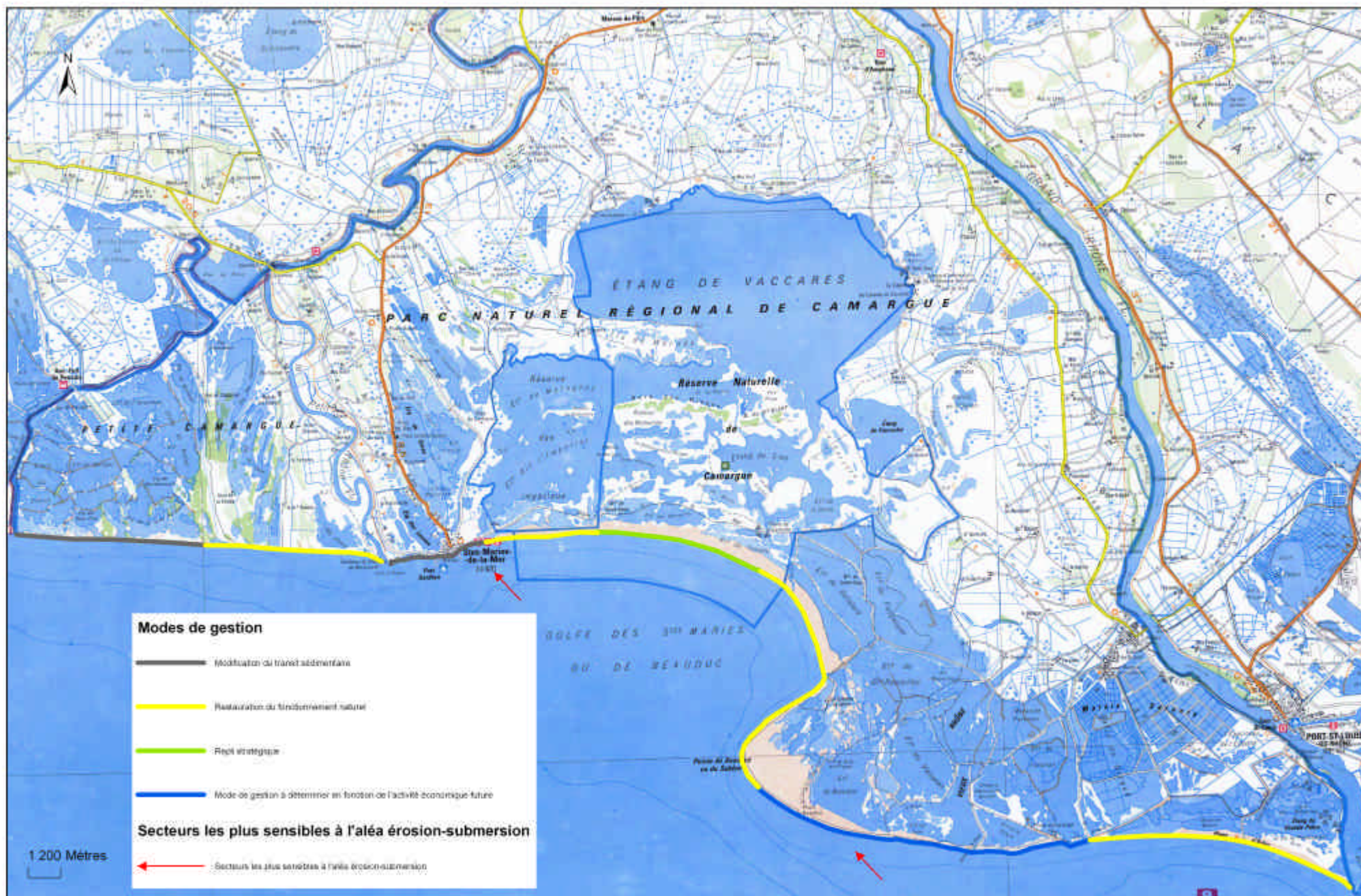
Modes de gestion	Définition	Avantages	Inconvénients	Secteurs d'application
Modification du transit sédimentaire	Mettre en œuvre des techniques (épis, brise-lames, digues) afin de bloquer le transit sédimentaire et stocker le sable localement.	<ul style="list-style-type: none"> - Faible consommation d'espace privé. - Rapidité des résultats localement. - Facilité de montage des projets par la maîtrise du territoire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les causes de l'érosion sont toujours présentes même si ses conséquences sont moins visibles localement. - L'équilibre et la dynamique naturelle du littoral sont perturbés. - Erosion accentuée en aval dérive. - Suivi et entretien coûteux. 	Secteurs à forts enjeux indéplaçables.
Renforcement ou restauration du fonctionnement naturel	Rétablir ou réalimenter le transit sédimentaire en mettant en œuvre des techniques adaptées : restauration de cordons dunaires, by-passing, rechargement de sable, suppression de seuils en rivière,....	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité globale. - Limite les causes de l'érosion. - Préservation de l'équilibre naturel et de la qualité des sites. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consommation d'espace car le littoral n'est pas fixé. - Cette démarche progressive donne des résultats peu spectaculaires et nécessite un suivi rigoureux. 	Secteurs où l'équilibre naturel est dégradé et pour lesquels ont dispose d'un espace de liberté suffisant.
Repli stratégique	Déplacer les enjeux littoraux pour que le système littoral retrouve un équilibre.	<ul style="list-style-type: none"> - On supprime le risque de dégâts. - Pas d'entretien. - Pas d'impact sur le fonctionnement du littoral. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consommation d'espace en arrière du littoral. - Problèmes liés au déplacement des usages et activités. - Nécessité d'une communication et concertation importante. 	Secteurs où les enjeux sont déplaçables.

⁴ Source : orientations stratégiques pour la gestion de l'érosion en Languedoc-Roussillon, MIALLR, Juin 2003

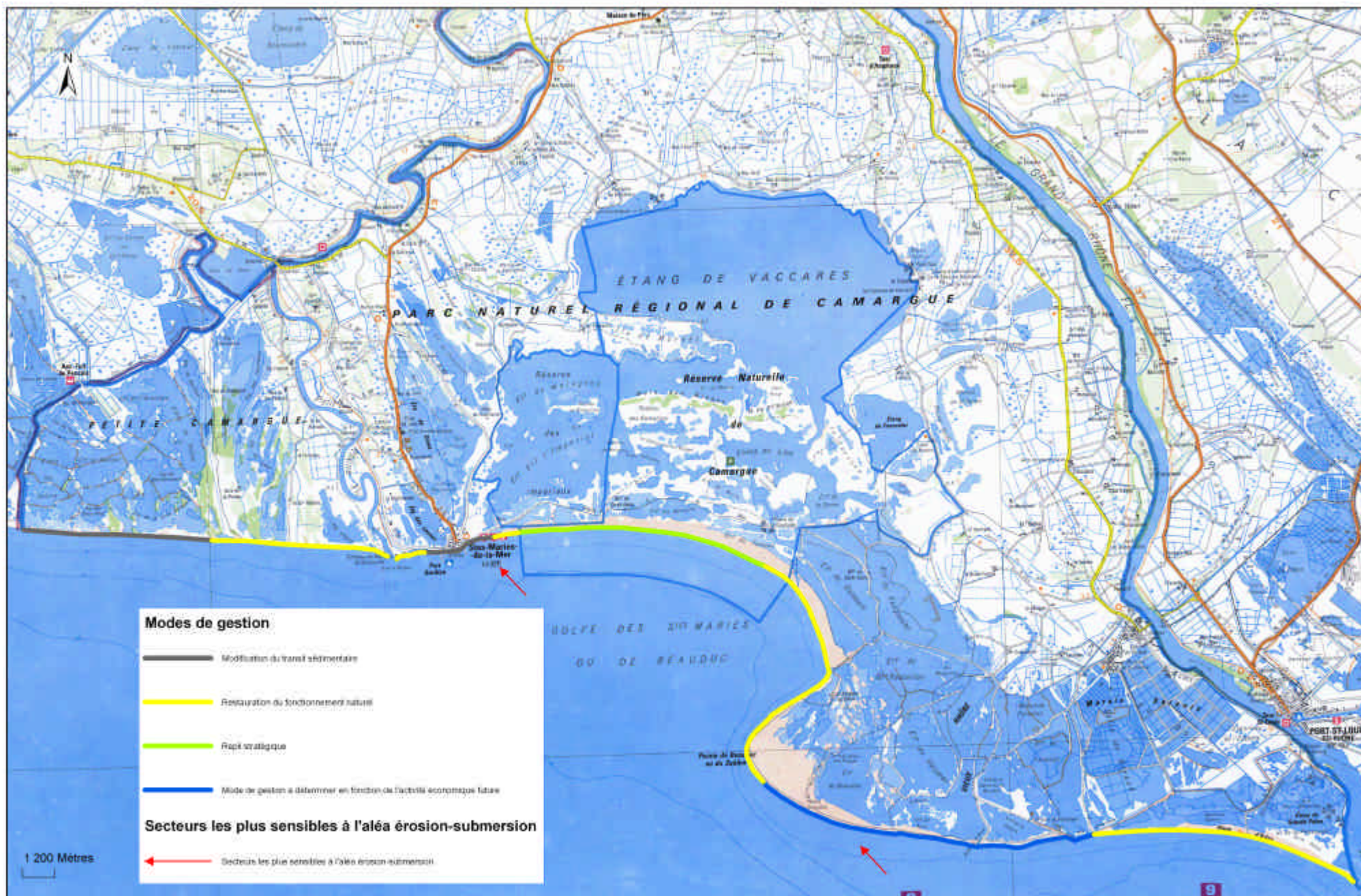
Tableau descriptif des différents modes de gestion proposés pour le littoral de Camargue, secteur par secteur – cf. carte 2 et 3

Secteurs concernés d'Est en Ouest	Gestion actuelle	Modes de gestion envisageables	
		Scénario 1	Scénario 2
Littoral des Salins à Aigues Mortes	Digues et épis gérés par les Salins pour protéger leur activité. 	Modification du transit sédimentaire : entretien des ouvrages par les Salins.	
Littoral du Grand Radeau / Brasinvert	Digue frontale réparée par endroit et épis dont une grande partie est perdue. Il s'agit d'un terrain communal où les ouvrages sont entretenus par le Symadrem. Le PNRC a installé quelques ganivelles. 	Abandon des ouvrages lourds trop dégradés et coûteux pour privilégier une restauration du fonctionnement naturel en cohérence avec le plan Rhône et d'éventuelles possibilités d'évacuation des eaux de crue par ce secteur.	
Littoral des Saintes-Maries-de-la-Mer	Digues. Epis : une partie de ces aménagements sont abandonnés et donc submergés. Brise-lames, Ganivelles. 	A l'embouchure du Petit Rhône :	
		Modification du transit sédimentaire.	Restauration du fonctionnement naturel en raison d'une érosion modérée par rapport au reste du secteur
		Au droit du village :	
		Modification du transit sédimentaire par l'entretien des ouvrages dans le cadre du programme d'invariants du Symadrem pour la protection du village des Saintes-Maries-de-la-Mer.	
		Au niveau de la Fourcade :	
		Restauration du fonctionnement naturel par du rechargement de plage au niveau de la Fourcade. L'objectif est de conserver une zone de transition à forte valeur paysagère entre le littoral urbanisé des Saintes-Maries-de-la-Mer et le littoral naturel de la Réserve.	
		De la Fourcade au littoral de la Réserve :	
		Restauration du fonctionnement naturel par du rechargement de plage par exemple.	Repli stratégique
Littoral de la Réserve	Présence de ganivelles posées par la Réserve depuis plusieurs années pour accompagner les dunes dans leur recul.  Source : Réserve Nationale de Camargue	Repli stratégique par l'accompagnement contrôlé du recul du trait de côte	
Golfe de Beauduc	Littoral en accrétion : absence d'aménagement. 	Restauration du fonctionnement naturel par des techniques douces dans les espaces dégradés par la fréquentation notamment.	
Du phare de Beauduc au phare de Faraman	Digues, brise-lames et épis gérés par les Salins pour protéger leur activité. Certaines portions de digues (digue de Ste Anne notamment à l'Ouest du Grau de la Dent) sont détériorées. 	Mode de gestion à déterminer en fonction du devenir économique du secteur . Les Salins continueront à protéger lourdement leur activité si elle ne décline pas. Dans le cas contraire le mode de gestion dépendra d'éventuels projets de revalorisation des salins (aquaculture et conchyliculture notamment).	
Du phare de Faraman au Grand Rhône	Littoral en faible érosion peu aménagé. 	Restauration du fonctionnement naturel par des techniques douces dans les espaces dégradés par la fréquentation notamment.	

Carte 2 : Premières propositions sur les modes de gestion du littoral du PNR Camargue - scénario n°1



Carte 3 : Premières propositions sur les modes de gestion du littoral du PNR Camargue - scénario n°2



CONCLUSION

Comme l'ont illustré les principes stratégiques, on ne peut protéger lourdement le littoral partout car cela entraînerait une mauvaise gestion par manque de moyen. Il faut faire des choix en fonction de la vulnérabilité des sites et des enjeux. Les cartes 2 et 3 en donnent une première approche (la définition des enjeux sera plus finement abordée en phase B), elle est valable à court terme (5 à 10 ans) car à long terme (100 ans) il sera difficile de maintenir artificiellement le trait de côte dans la position actuelle dans un tel contexte d'accélération de l'élévation du niveau marin. De nombreux spécialistes soutiennent que les aménagements protecteurs ne constituent qu'une réponse limitée dans l'espace et dans le temps – et souvent inadaptée – au risque littoral. Fondamentalement, il est impossible de stopper à long terme le recul du trait de côte. On ne fait que reculer l'échéance dans ces zones par des enrochements car à long terme le repli stratégique ne sera plus géré mais subi. En effet, dans les décennies à venir, il sera impossible de tout protéger d'un point de vue technique et financier, il vaut mieux procéder à un repli « en bon ordre ». Même le village des Saintes-Maries-de-la-Mer ne sera pas épargné, il pourra être conservé mais sous une autre forme, plus insulaire.

SOURCES UTILISEES

Etudes et rapports

MOUCHENE M. - *Le risque de « submersion marine » en Camargue dans une perspective d'aménagement du territoire* – Région PACA - 2006.

SDAGE bassin Rhône Méditerranée et bassin Corse – Guide technique N° 9: *Connaissance et gestion de l'érosion du littoral* - Mars 2005.

Programme EUROSION – 2004 :

Living with coastal erosion in Europe : Sediment and Space for Sustainability - PART II – Maps and statistics

Vivre avec l'érosion côtière en Europe : Espaces et sédiments pour un développement durable - Lignes directrices pour la gestion de l'érosion côtière en Europe : Les enseignements.

PROVANSAL M. et SABATIER F. *La Camargue sera-t-elle submergée ?* in *La recherche spécial la mer n°355* – Juillet-Août 2002.

Mission Interministérielle d'Aménagement du Littoral Languedoc-Roussillon - *Orientations stratégiques pour la gestion de l'érosion en Languedoc-Roussillon* – Juin 2003.

Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie - *Connaître pour agir* – 2002.

SABATIER F. *Fonctionnement et dynamiques morpho-sédimentaires du littoral du delta du Rhône* – Thèse de Doctorat en Géosciences de l'environnement, option Géographie – 2001.

Agence de l'eau et CEREGE - *Définition et cartographie des unités sédimentaires du littoral méditerranéen français, synthèse bibliographique – volet 2 : cartographie de l'évolution du trait de côte depuis 50 ans, secteur Est* - Mars 2000.

SOGREAH et AQUASCOP - *Etude de l'évolution du littoral sableux de la Camargue* – PNRC – 1995.

IARE - Didier Moulis - *Traits et mouvements : rivages à la dérive ?* - atelier du conservatoire du littoral du 02 février 1994.

Sites Internet :

www.mer.equipement.gouv.fr

www.ifen.fr

www.euroSION.org

www.languedoc-roussillon.pref.gouv.fr

Photographies aérienne verticales :

IGN, orthophotos 2003

Photographies aériennes obliques et photographies de terrain au sol :

EID Méditerranée – Hugues Heurtefeux et Provence Lanzellotti – Juillet 2006.

ANNEXE 1 : Présentation des entretiens avec les acteurs locaux

Liste des personnes ayant répondu à nos questions :

- Commune des Saintes-Maries-de-la-Mer :
 - M. de Murcia, premier adjoint en charge de l'urbanisme et de l'environnement
 - M. Moiret, attaché, cabinet du Maire.
- Commune d'Arles :
 - M. Dervieux, adjoint à l'environnement
 - Mme Martin, technicienne au service environnement
- Village de Salin-de-Giraud :
 - Membres de l'Association STOP (Salin Tradition Ouverture Projet) dont M. Herrera, président.
- PNR Camargue :
 - M. Olivry, Directeur
 - Mme Marobin, chargée de mission littoral
- Réserve Nationale de Camargue :
 - M. Coulet, directeur
- Conservatoire du Littoral :
 - M. Estève, adjoint au délégué PACA
- CETE PACA :
 - M. Pons
- Arrondissement maritime de la DDE des Bouches-du-Rhône :
 - M. Brandli
- DIREN PACA :
 - Mme Ize, chargée de mission patrimoine et territoire
- Symadrem :
 - M. Romac, Directeur
 - M. Guillot, responsable technique
- Salins du Midi
 - M. Orion, responsable de la production sel de mer
 - M. Matrat, responsable environnement
 - M. Ferdier, service USA
- Association Syndicale Libre « Radeaux de Petite Camargue »
 - M. Fontès, président
 - M. Litzer, géographe
- Pêcheurs :
 - M. Allaux, patrons pêcheur en mer
 - M. Hiely, président de l'association des pêcheurs de tellines.

Synthèse des principales idées récurrentes :

Sujets abordés – trame d'entretien :

- La perception de la dynamique du trait de côte en Camargue.
- L'efficacité des aménagements de protection.
- Les pratiques qui aggravent le phénomène d'érosion.
- Les usages et les enjeux.
- La nécessité de lutter contre l'érosion et la submersion marine.
- Le recul stratégique.

Démarche générale :

Il faut bien distinguer les différentes échelles de temps dans la définition des modes de gestion.

Perception du risque :

Chez la plupart des acteurs, le sentiment de la présence de l'érosion est présent mais le risque érosion et submersion est mal perçu, négligé à long terme. Ils se sentent souvent bien protégés par les enrochements.

Modes de gestion :

Les enrochements sont souvent perçus comme seuls protection efficace. Les protections douces ne viennent qu'en complément. Les acteurs veulent souvent maintenir le trait de côte à sa place actuelle. Le recul est souvent rejeté. Néanmoins pour une majorité des acteurs rencontrés les secteurs où il serait envisageable sont le littoral de la Réserve et celui du Grand Radeau. Les acteurs sont tous d'accord sur le fait qu'il faut protéger par des enrochements les Saintes-Maries-de-la-Mer et de façon moins systématique les Salins. Quelques acteurs sont plus réalistes en pensant qu'à long terme il sera impossible de maintenir artificiellement le trait de côte à sa position actuelle sur tout le littoral de Camargue.

Enjeux :

Ils sont très différents en fonction des acteurs rencontrés. Beaucoup défendent subjectivement leur territoire d'usage.

- Enjeux environnementaux et paysagers :
 - Portion de littoral entre les Saintes-Maries-de-la-Mer et la Réserve.
 - Les radeaux et peuplements remarquables à l'Ouest du Petit Rhône.
 - La biodiversité de la Réserve
 - La biodiversité liée à l'exploitation des Salins.
- Enjeux socio-économiques :
 - Zone urbaine densément peuplée aux Saintes-Maries-de-la-Mer par rapport au reste du territoire Camarguais (+ village de Salin-de-Giraud et quelques Mas isolés).
 - Activités agricoles : activité salinière mais une partie est en difficulté (Salin de Giraud) ; pêche (étang, telline, petits métiers de la mer). Les autres activités agricoles (élevages, cultures céréalières et maraîchères) sont moins importantes en terme d'enjeux car plus au Nord du delta.
 - Tourisme balnéaire aux Saintes-Maries-de-la-Mer, tourisme de nature sur la Réserve et dans les Salins.

ANNEXE 2 : Vue d'ensemble des techniques de gestion de l'érosion côtière utilisées en Europe ⁵

⁵ Source : *Vivre avec l'érosion côtière en Europe : Espaces et sédiments pour un développement durable - Lignes directrices pour la gestion de l'érosion côtière en Europe : Les enseignements* .