HAL
open science

Eléments de réflexion pour une gestion plus cohérente d'un système anthropisé : exemple du littoral du delta du Rhône

Serge S. Suanez, François Sabatier

To cite this version:

Serge S. Suanez, François Sabatier. Eléments de réflexion pour une gestion plus cohérente d'un système anthropisé : exemple du littoral du delta du Rhône. Revue de Géographie de Lyon, 1999, 74 (1), pp.7-25. 10.3406/geoca.1999.4925 . hal-00637342

HAL Id: hal-00637342

https://hal.science/hal-00637342

Submitted on 8 Aug 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Persee

Serge SUANEZ
François Sabatier

Eléments de réflexion pour une gestion plus cohérente d'un système anthropisé : exemple du littoral du delta du Rhône / Ideas on the more coherent management of an anthropised system : the example of the coasts of the Rhône delta

In: Revue de géographie de Lyon. Vol. 74 n°1, 1999. Géographie des littoraux : la nature et les hommes. pp. 7-25.

Abstract
A synthesis is proposed of coastal management policies in the Rhone detta over the last fifty years . Various key elements are highlighted which need to be taken into account in the future. First, the present situation concerning the appropriation of the coast (DPM) and human use made of is analysed. Emphasis is given to the importance of industrial and tourist activities and to their implications for the local socio-economic situation. Second, the history of coastal management policies is discussed. It shows the heterogeneity of both the engineering structures and the objectives ; in the latter case, many were only partially attained and often at an extremely high cost. Finally, this study recalls the present understanding of coastal morphosedimentary and hydrodynamicprocesses. On this basis a number of future scenarios are proposed concerning management strategies and their morphological implications.

Résumé
Une synthèse sur les politiques d'aménagement et de gestion du littoral du delta du Rhône depuis les années 1950 est proposée. Elle permet de dégager quelques éléments de réflexion à prendre en compte pour les choix à venir. Dans un premier temps, l'état des lieux sur la situation actuelle en matière d'appropriation et d'usages du linéaire côtier (DPM) par les différents acteurs du littoral est présenté, en insistant sur l'importance des activités industrielles et touristiques et leurs implications sur le paysage socio-économique local. Dans un deuxième temps, l'historique des politiques d'aménagement de la frange littorale permet d'en dresser un bilan exhaustif ; il montre l'hétéro-générté des choix en matière d'ingénierie côtière et des objectifs, dont la plupart ne sont que partiellement atteints, au prix d'interventions parfois très coûteuses. Enfin, cette étude fait le rappel des connaissances sur le fonctionnement morphosédimentaire et hydro-dynamique du littoral ; à partir de ces données, quelques scénarios prospectifs sur les choix d'interventions et leurs implications morphologiques sont proposés.

Citer ce document / Cite this document :

SUANEZ Serge, Sabatier François. Eléments de réflexion pour une gestion plus cohérente d'un système anthropisé : exemple du littoral du delta du Rhône / Ideas on the more coherent management of an anthropised system : the example of the coasts of the Rhône delta. In: Revue de géographie de Lyon. Vol. 74 n°1, 1999. Géographie des littoraux : la nature et les hommes. pp. 7-25.

doi : 10.3406/geoca.1999.4925

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca_0035-113X_1999_num_74_1_4925

creative commons

Serge SUANEZ

Géolittomer-Brest – UMR 6554 CNRS

François SABATIER

CEREGE – UMR 6635 CNRS

Eléments de réflexion pour une gestion plus cohérente d'un système anthropisé exemple du littoral du delta du Rhône

RESUME

Une synthèse sur les politiques d'aménagement et de gestion du littoral du delta du Rhône depuis les années 1950 est proposée. Elle permet de dégager quelques éléments de réflexion à prendre en compte pour les choix à venir. Dans un premier temps, l'état des lieux sur la situation actuelle en matière d'appropriation et d'usages du linéaire côtier (DPM) par les différents acteurs du littoral est présenté, en insistant sur l'importance des activités industrielles et touristiques et leurs implications sur le paysage socio-économique local. Dans un deuxième temps, l'historique des politiques d'aménagement de la frange littorale permet d'en dresser un bilan exhaustif ; il montre l'hétéro-généité des choix en matière d'ingénierie côtière et des objectifs, dont la plupart ne sont que partiellement atteints, au prix d'interven-tions parfois très coûteuses. Enfin, cette étude fait le rappel des connaissances sur le fonctionnement morphosédimentaire et hydro-dynamique du littoral ; à partir de ces données, quelques scénarios prospectifs sur les choix d'interventions et leurs implications morpho-logiques sont proposés.

MOTS CLEFS

Delta, anthropisation, érosion, politiques de gestion, aménagement, ouvrages de défense côtière, bilan sédimentaire, cellules littorales.

ABSTRACT

A synthesis is proposed of coastal management policies in the Rhone delta over the last fifty years .

* Pour l'ensemble des sigles, voir en fin d'article

Les épisodes tempétueux de la fin de l'année 1997 ont montré une fois de plus la grande fragilité d'une partie du littoral du delta du Rhône, relançant par la même occasion le débat sur la définition d'une gestion cohérente de cet espace (Paskoff, 1998a, 1998b ; Miossec, 1998 ; Hertel, 1998). Les dégâts perpétrés lors de ces événements ont particulièrement touché le littoral de la Petite Camargue et de Faraman. A ces endroits, le recul du trait de côte a pu atteindre plusieurs dizaines de mètres et, parfois, de façon catastrophique comme à Faraman.

Ces modifications géomorphologiques n'ont en soi rien d'exceptionnel ; la tempête cinquantennale de 1982 avait été bien plus dommageable (Blanc, 1985). Ces événements récurrents façonnent le littoral camarguais depuis 7 000 ans et contribuent ainsi à son évolution. Cependant l'histoire récente de la Camargue est marquée par une anthropisation accrue de la frange littorale. Cet élément joue aujourd'hui un rôle très important dans l'évolution géomorphologique du delta du Rhône qui ne se rapporte plus à un simple bilan morphosédimentaire. Celle-ci implique également de faire le bilan financier des dégâts occasionnés sur les biens matériels auxquels s'ajoute, dans certains cas, le préjudice moral direct ou indirect subi par les populations.

Certes, pour se protéger des agressions marines, l'homme a implanté toutes sortes d'ouvrages de défense littorale (épis, brise-lames, enrochements). Mais là aussi la polémique est vive, les uns optant pour la continuité d'une politique d'aménagement, les autres pensant que le "bétonnage" de la Camargue doit cesser, qu'une telle gestion est aujourd'hui très coûteuse et préjudiciable pour la valeur écologique et paysagère du milieu naturel. Comme le montre la complexité des débats, la position à adopter n'est guère aisée.

D'un point de vue géomorphologique, les actions à mener doivent avant tout s'inscrire dans un schéma interventionniste global. Les connaissances acquises sur la dynamique morphosédimentaire montrent que le littoral du delta du Rhône fonctionne comme une entité physique marquée par l'existence de cellules hydrosédimentaires en relation les unes avec les autres. Toute intervention sur un des compartiments implique des conséquences sur le(s) compartiment(s) voisin(s). Si l'aménagement du linéaire côtier s'est toujours fait au coup par coup, de façon morcelée au gré des choix politiques et stratégiques des différents acteurs, la dynamique morphosédimentaire littorale, quant à elle, ne tient pas compte de ces découpages.

Loin d'apporter des réponses toutes faites en matière de politique à mener, cet article propose quelques éléments pouvant servir de base à une réflexion plus approfondie. Dans un premier temps, nous ferons un état des lieux de l'appropriation et des activités du littoral camarguais afin de dégager les secteurs où l'intérêt socio-économique prédomine. Il conviendra ensuite de dresser un bilan des actions menées pour la protection de la frange littorale. Enfin, à partir de données dont nous disposons sur le fonctionnement hydro-sédimentaire actuel, nous proposerons différents scénarios prospectifs.

PROPRIETE ET USAGE DU LINEAIRE COTIER

La prise en compte d'une gestion globale du linéaire côtier n'a jusqu'à présent fait l'objet d'aucune concertation visant à mettre en place une politique cohérente à l'échelle du delta. Cela tient à la difficulté de trouver un consensus capable de satisfaire les différents acteurs présents sur cet espace.

Le littoral camarguais représente environ 90 km de côtes sableuses qui s'étendent de la flèche de la Gracieuse à l'est de l'embouchure du Grand Rhône jusqu'au complexe de la Grande-Motte à l'extrémité de la flèche de l'Espiguette (fig. 1). D'un point de vue réglementaire ce linéaire côtier fait partie du DPM*. Cependant, dans le détail, on constate qu'il est morcelé en une multitude d'entités géographiques répondant à différents niveaux de gestion. Au découpage administratif s'ajoute celui dicté par la présence des différents acteurs (et des usages qui leur sont associés), bénéficiant pour la plupart d'un statut juridique particulier.

Avant toute chose, il convient de définir ce que nous entendons par le terme de "frange littorale". Elle regroupe le cordon dunaire, dont la préservation et les problèmes de gestion s'inscrivent dans la loi Littoral de 1986, et le DPM, comprenant l'estran et la dépression d'arrière plage (fig. 2). Toutefois, la délimitation du DPM en Camargue pose un problème qui mérite d'être soulevé. En effet, le texte de loi (arrêt Kreitmann du Conseil d'Etat du 12 octobre 1973) fixe la limite du DPM "au point où les plus hautes mers peuvent s'étendre en l'absence de perturbations météorologiques exceptionnelles", et ce, quel que soit le rivage. D'un point de vue géomorphologique, si l'on devait appliquer cette réglementation, le DPM dans le delta du Rhône, et sur bien des plages en Méditerranée, devrait se limiter à un estran très réduit, d'une dizaine de mètre de largeur, lorsque l'on sait que la dépression d'arrière plage n'est inondée qu'en période de tempête.

Un premier découpage administratif

Un découpage territorial administratif important morcelle l'ensemble de la frange littorale, avec les

Persée creative commons BY:

Figure 1 : Carte de localisation

conséquences que cela suppose sur le pouvoir décisionnel et politique en matière de gestion (fig. 3). Il se fait à plusieurs niveaux : régional, départemental et communal.

Au niveau régional, le littoral camarguais s'étend sur deux entités : la région PACA d'une part, concernée par plus de 70 km de côtes soit environ 85 % du linéaire côtier, tandis que le Languedoc-Roussillon, d'autre part, occupe les 15 % restant, soit environ 20 km de littoral. Ensuite, deux départements se partagent cet espace : les Bouches-du-Rhône et le Gard, dont la limite est calquée sur celle de la région, c'est-à-dire sur le tracé de l'ancien Rhône Vif.

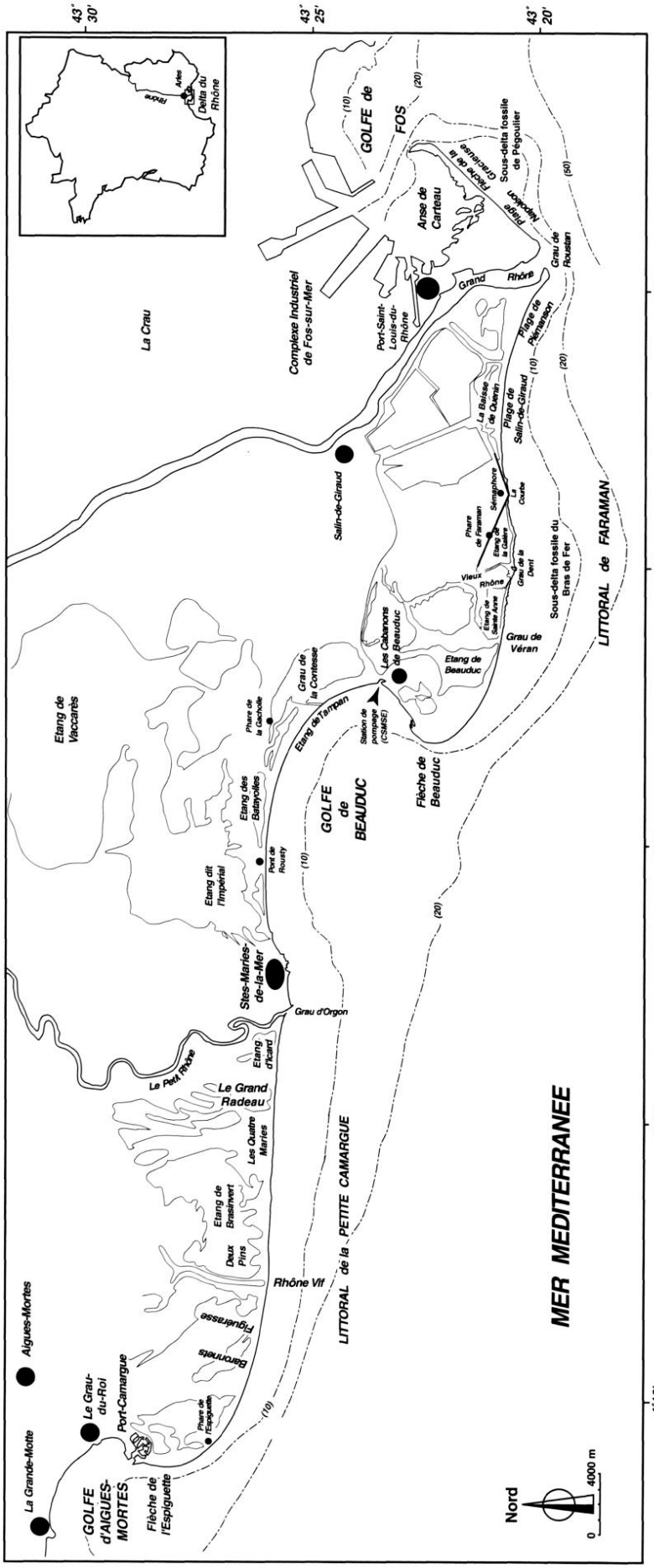
Enfin, quatre communes constituent le dernier niveau de découpage : Port-Saint-Louis-du-Rhône pour la partie orientale de l'embouchure du Grand Rhône (plage Napoléon et flèche de la Gracieuse) ; Arles qui comprend 45 km de linéaire côtier avec les plages de Piémanson et de Salin-de-Giraud, encore appelée plage d'Arles, et le littoral de Faraman jusqu'au golfe de Beauduc ; les Saintes-Maries-de-la-Mer (du golfe de Beauduc à l'ancien Rhône Vif) ; enfin, la commune du Grau-du-Roi sur laquelle s'étend la flèche de l'Espiguette limitée dans sa partie occidentale par le golfe d'Aigues-Mortes.

La multiplicité des acteurs : un second niveau de découpage

A ce premier découpage administratif se superpose celui dicté par la présence des différents acteurs bénéficiant pour la plupart de droits d'appropriation du DPM sous forme de concession de plage naturelle (tourisme) ou d'AOT pour la construction d'ouvrages de défense côtière (fig. 3).

A l'est de l'embouchure du Grand Rhône, la flèche de la Gracieuse est propriété du PAM depuis 1966, date à laquelle ont commencé les travaux de construction du complexe industriel de Fos-sur-Mer. C'est dans ce cadre juridique qu'ont été réalisés dans ce secteur les différents aménagements de la frange littorale. Toujours à l'est du Rhône, la plage Napoléon bénéficie également d'un statut particulier puisque ce linéaire côtier a été rétrocédé à la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône sous forme de concession de plage naturelle. Ce contrat, actuellement en cours de renégociation, a permis d'étendre les pouvoirs de la municipalité sur cet espace tout en lui imposant des devoirs (surveillance de baignade, pouvoirs de police, ramassage des ordures, etc.).

A l'ouest de l'embouchure du Grand Rhône, se trouve le PNRC dont la limite occidentale se situe au droit du Rhône Vif. Pour ce qui est de la gestion



Various key elements are highlighted which need to be taken into account in the future. First, the present situation concerning the appropriation of the coast (DPM) and human use made of is analysed. Emphasis is given to the importance of industrial and tourist activities and to their implications for the local socio-economic situation. Second, the history of coastal management policies is discussed. It shows the heterogeneity of both the engineering structures and the objectives ; in the latter case, many were only partially attained and often at an extremely high cost. Finally, this study recalls the present understanding of coastal morphosedimentary and hydrodynamicprocesses. On this basis a number of future scenarios are proposed concerning management strategies and their morphological implications.

KEY WORDS
Delta, anthropisation, erosion, management policies, human action, coastal defence infrastructures, sediment budget, coastal cells.

du littoral, son domaine de compétence ne se cantonne pas au DPM, il s'étend en mer jusqu'à trois miles marins. Cependant, cette portion de côte regroupe un ensemble d'entités géographiques dont la gestion dépend directement des différents acteurs qui s'y trouvent.

A l'ouest de l'embouchure du Grand Rhône, la plage de Piémanson et de Salin-de-Giraud est sous la gestion directe de l'Etat (DPM). Cependant, en période estivale, la fréquentation de cet espace pose des problèmes importants car l'Etat n'a, jusqu'à présent, jamais pu appliquer la législation en vigueur au nom du respect du DPM et, *a fortiori*, de la loi Littoral de 1986. A l'heure actuelle, la gestion de cette plage, particulièrement fréquentée durant l'été, est assurée par la commune d'Arles avec toute l'ambiguïté que cela suppose (Claeys-Mekdade et Nicolas, 1999). Dans la continuité de ce secteur, le littoral de Faraman et de la flèche de Beauduc (de la Baisse de Quenin à la station de pompage de Beauduc) a été rétrocédé, depuis 1987, à la CSMSE sous la forme de concession pour une période de 30 ans. C'est dans ce cadre juridique qu'ont été entrepris les aménagements récents du littoral sur cette zone (Caillaud *et al.*, 1990 ; Suanez et Bruzzi, 1999). Le golfe de Beauduc est également sous gestion directe de l'Etat (DPM). Cependant, il existe aussi dans ce secteur une forme d'occupation et d'appropriation de l'espace littoral illégale. Elle se traduit par la présence d'implantations permanentes (400 cabanons, caravanes et autres), dont la construction s'est faite en dehors de tout contrôle de l'Etat. Comme pour la plage de Piémanson, cette enclave pose aujourd'hui un problème de gestion, mais bien plus encore, de reconnaissance d'un statut juridique. La négociation est engagée depuis plusieurs années entre l'Etat, la commune et les Beauducois eux-mêmes (Claeys-Mekdade et Nicolas, 1999).

Dans la partie nord du golfe de Beauduc s'étend la RNC sur 8 km de linéaire côtier compris entre le grau de la Contesse à l'est et le pont de Rousty à l'ouest. Dans ce secteur, la Réserve jouit d'un droit d'appropriation du DPM depuis 1975, date à laquelle ces terrains de l'Etat ont été affectés au ministère de l'environnement. C'est dans ce cadre juridique qu'ont été menées les différentes actions de réhabilitation des dunes dans ce secteur. Par ailleurs, le domaine de compétence de la RNC s'étend au-delà de la plage émergée puisque le droit d'appropriation concerne également une partie de la plage sous-marine dont la limite reste indéterminée. A l'ouest de la RNC s'étend la frange littorale située au droit de la Réserve départementale des Impériaux (étang dit l'Impérial) qui appartient au département des Bouches-du-Rhône. Toutefois, ce linéaire côtier ne bénéficie d'aucune réglementation particulière et dépend donc toujours de la gestion directe de l'Etat (DPM). Il constitue en quelque sorte un *no man's land* juridique coincé entre le littoral de la RNC à l'est et des Saintes-Maries-de-la-Mer à l'ouest.

Le littoral des Saintes-Maries-de-la-Mer s'étend, quant à lui, jusqu'au Petit Rhône auquel s'ajoute le secteur du Grand Radeau situé à l'ouest de l'embouchure entre l'étang d'Icard et les Quatre Maries. L'ensemble de ce linéaire, représentant environ 7 km, a été rétrocédé à la ville des Saintes sous forme de concession de plage ou d'AOT à partir des années 70. C'est dans ces conditions qu'ont été réalisés les ouvrages de protection côtière et la construction des différentes infrastructures littorales (port de plaisance, parkings en bord de mer, etc.). Du Petit Rhône aux Quatre Maries (à l'exception du secteur du Grand Radeau) s'étend la CIAM ayant bénéficiée d'une appropriation du DPM sous la forme de concession en 1984. C'est également selon ces dispositions qu'a été effectué l'aménagement de la frange littorale dans ce secteur. A l'ouest de la CIAM se trouve la CSMSE (site d'Aigues-Mortes) dont la limite côtière s'étend des Quatre Maries au Rhône Vif. Comme pour le site de Salin-de-Giraud (Faraman), le DPM a été rétrocédé à la CSMSE sous forme d'AOT dans les années 50 et 60, et de concessions en 1984 pour les secteurs de Brasinver et des Deux Pins.

La partie la plus occidentale du delta s'étendant sur la commune du Grau-du-Roi bénéficie également d'un droit d'appropriation du DPM. Ces pouvoirs ont été accrus à partir de 1984, date à laquelle la commune du Grau-du-Roi est devenue concessionnaire en remplacement de la Chambre de Commerce et de l'Industrie de Nîmes qui avait acquis cette concession de l'Etat en 1968. Les différents aménagements et la construction du port de plaisance de Port-Camargue ont été menés dans ce cadre juridique.

Les activités et leurs implications socio-économiques

Les conflits d'usage sur le littoral du delta du Rhône s'expliquent par l'importance des activités (Picon, 1987). Sur l'espace côtier, elles sont principalement au nombre de trois : l'activité industrielle, touristique et scientifique (fig. 4). Dans l'ensemble, elles représentent un poids socio-économique important pour les populations locales. Cependant, les contraintes imposées par les nouvelles normes en matière de protection de

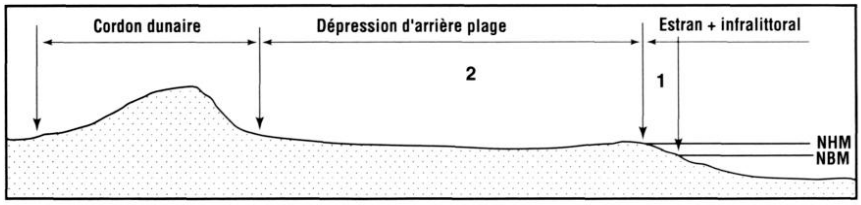


Figure 2 : Le DPM regroupe l'estran (1), faiblement étendu (marnage 40 cm), et la dépression d'arrière plage submergée qu'en période de tempête (phénomène barométrique)

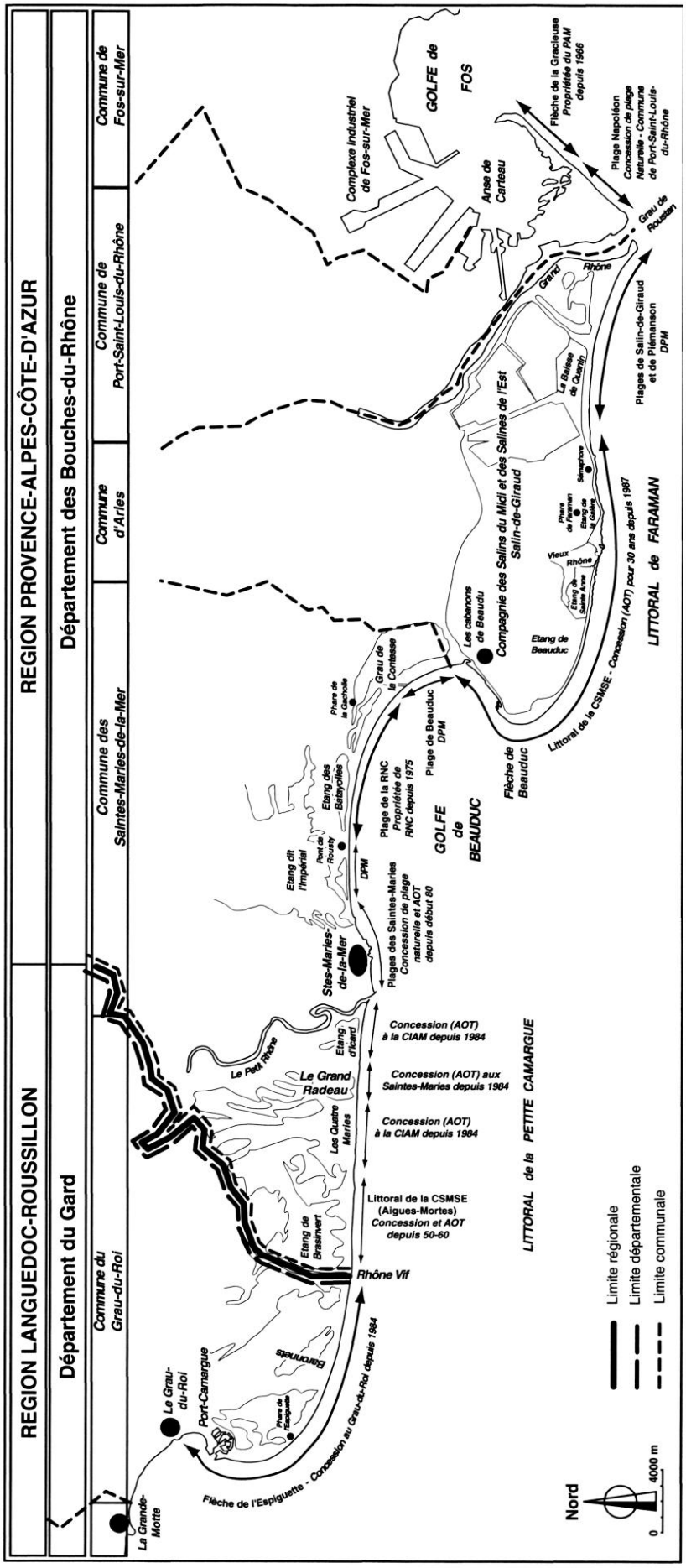


Figure 3 : Découpage administratif du littoral et appropriation du DPM dans le delta du Rhône

l'environnement représentent, pour certaines d'entre elles, un frein à leur développement.

L'activité industrielle constitue la part la plus importante en matière d'emplois et de valeur ajoutée. Indirectement lié au littoral du delta du Rhône on trouve, à l'est de l'embouchure du Grand Rhône, le complexe industriel de Fos-sur-Mer. Situé au fond du golfe de Fos sur 10 000 ha, il est protégé des houles de tempête par la flèche de la Gracieuse. Cette implantation regroupe essentiellement les activités du PAM (terminaux portuaires minéraliers, conteneurs et pétroliers), l'usine sidérurgique de Sollac, et les activités liées au pétrole (raffineries et dépôts). Elles représentent environ 7 000 emplois directs auxquels s'ajoutent 15 à 20 000 emplois indirects ; les recettes s'élèvent pour l'année 1997 à environ 919 millions de francs (PAM, 1997).

La deuxième activité industrielle notable concerne l'exploitation du sel par la CSMSE. Elle se localise sur deux sites. A l'ouest du Grand Rhône, le salin de Giraud, dont l'implantation est très ancienne (1856) occupe plus de 12 000 ha. Il se termine au sud par les 27 km de côte sableuse du littoral de Faraman. A l'ouest de l'embouchure du Petit Rhône, le site d'Aigues-Mortes, déjà exploité avant le Moyen Age, concerne 8 km de linéaire et s'étend sur 10 000 ha. Avec un chiffre d'affaire annuel d'environ 1 milliard de francs, le salin de Giraud regroupe à l'heure actuelle 200 personnes et demeure le premier employeur du hameau de Salin-de-Giraud. Le salin d'Aigues-Mortes emploie quant à lui 345 personnes. Ici aussi, les emplois que représente cette activité sont très importants pour le secteur d'Aigues-Mortes et du Grau-du-Roi. Cependant, les mouvements de grève qui ont agité la CSMSE durant l'été et l'automne 98 témoignent d'une crise latente dont l'ensemble des acteurs est conscient, aussi bien la direction que la municipalité d'Arles (Henry, 1998). A terme, on se dirigerait vers une restructuration de la compagnie dans le cadre d'une multinationale (Morton), avec pour conséquence directe la fermeture du site de Salin-de-Giraud.

A l'activité industrielle s'ajoute l'activité touristique. Cette dernière est considérable et se manifeste sous différentes formes. Qu'il s'agisse du tourisme balnéaire à la journée (plage Napoléon, Saintes-Maries-de-la-Mer ou l'Espiguette) ou du campement saisonnier (plage de Piémanson) et permanent à Beauduc, en passant par les complexes de types marina et port de plaisance (Port-Camargue et Saintes-Maries-de-la-Mer), ses retombées socio-économiques sont importantes, essentiellement lors de la période estivale.

L'été, la plage Napoléon, accessible en voiture, connaît une très forte fréquentation. Les comptages effectués durant l'été 1998 donnent

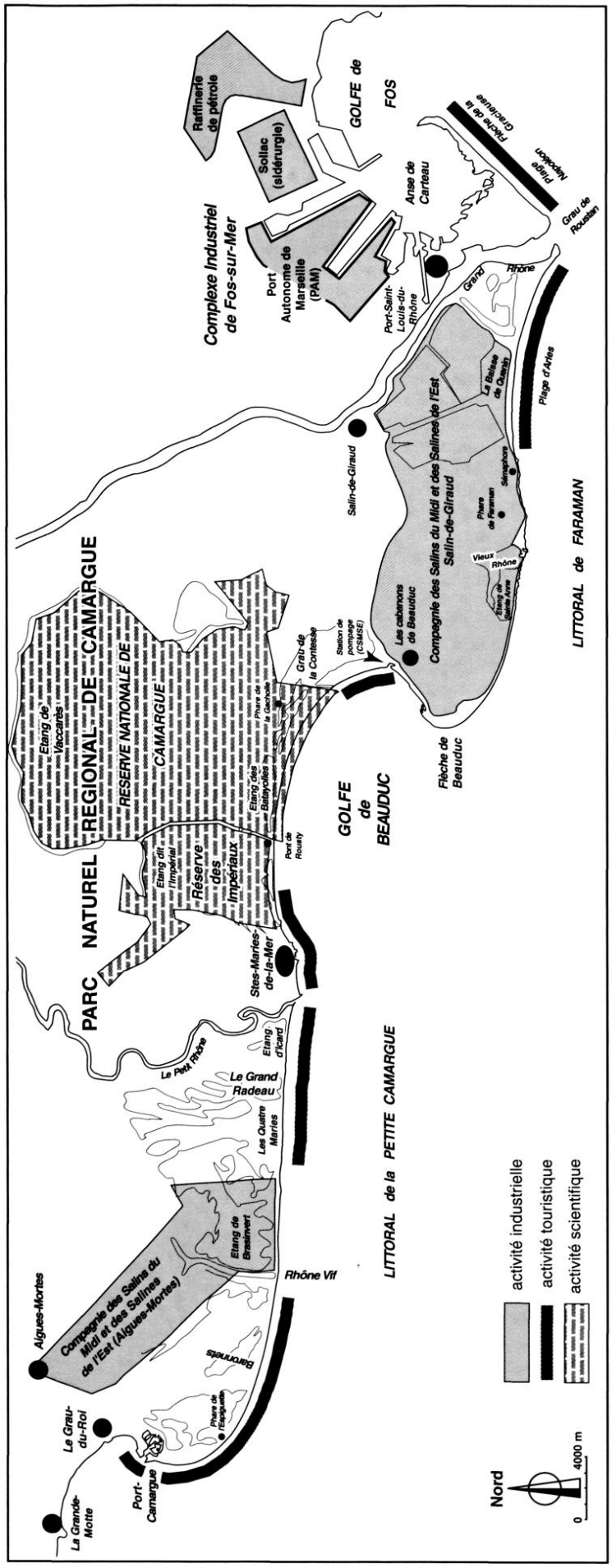


Figure 4 : Localisation des activités littorales dans le delta du Rhône

une moyenne de 1 134 véhicules entrant sur la plage par jour, avec des pointes pouvant aller jusqu'à 6 390 (Port-Saint-Louis-du-Rhône, 1998). C'est essentiellement un tourisme balnéaire à la journée qui y est pratiqué. L'accès des véhicules à la plage étant payant, les recettes perçues par la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône servent à financer la gestion de cet espace (ramassage des ordures, surveillance de baignade, pouvoirs de police, etc.). Cependant, depuis 1996, les résultats d'exploitation montrent un déficit chronique, et devant les nouvelles contraintes imposées par les services de l'Etat en matière de préservation de l'environnement, la municipalité est à la recherche de financement (Port-Saint-Louis-du-Rhône, 1997). En effet, le nouveau cahier des charges émet deux exigences : d'une part la protection des dunes par l'installation de ganivelles, d'autre part la construction d'une aire de parking de façon à limiter l'accès de la plage aux véhicules. Cette nouvelle réglementation illustre le compromis établi entre l'Etat, désireux de faire respecter la loi Littoral et la commune, soucieuse de maintenir cette activité touristique. Ceci étant, ces aménagements représentent un investissement lourd que la municipalité ne peut supporter à elle seule sans appuis financiers extérieurs. A l'heure actuelle, elle sollicite l'aide de l'Etat devant la lourdeur du coût de la mise en conformité avec la loi.

A l'ouest du Grand Rhône, deux secteurs présentent un caractère particulier en matière d'usage du littoral : le golfe de Beauduc et la plage d'Arles. Cette dernière est un lieu récréatif particulièrement fréquenté durant la période estivale. Le camping sauvage de masse y est pratiqué en toute impunité sous le regard des autorités de l'Etat. Cette forme d'occupation semi-permanente est à l'origine du conflit incessant qui oppose depuis plusieurs années l'Etat, la commune d'Arles et les usagers eux-mêmes. Les conséquences néfastes de telles pratiques sur le milieu naturel sont aujourd'hui reconnues. Les études menées sur l'évolution de ce secteur ont montré que le cordon dunaire avait pratiquement disparu là où la fréquentation était la plus importante (Suanez et Provansal, 1993 ; Suanez, 1997). Ces implications débouchent également sur des problèmes d'insalubrité des lieux (gestion des déchets, etc.) et de sécurité des usagers sur la plage où la circulation des véhicules n'est absolument pas réglementée. Cependant, la municipalité, bien que consciente de cet état de fait, s'est toujours opposée à la fermeture de la plage arguant que les retombés économiques liées à cette activité sont importantes et contribuent au développement du hameau de Salin-de-Giraud (75 % du chiffre d'affaire des commerçants sont effectués durant la période estivale). A l'heure actuelle, on s'achemine vers un compromis provisoire entre l'Etat et la commune. A la demande de l'Etat, une étude sur l'aménagement touristique de la plage de

Piémanson et de Salin-de-Giraud s'est achevée en 1998 (SIAT, 1998). Des propositions ont été faites concernant d'une part, l'installation d'équipements sanitaires et de collecte des déchets à l'entrée de la plage, ainsi que la régulation de la circulation automobile sur l'ensemble du secteur ; d'autre part, la protection du cordon dunaire par l'installation de ganivelles en milieu d'arrière plage permettant ainsi de limiter l'accès du haut de plage et des dunes aux usagers. Dans le même temps, et afin d'étendre les pouvoirs de la municipalité, l'acquisition du DPM par cette dernière en tant que concession de plage naturelle est envisagée. Cependant, cette proposition reste encore à l'étude car elle représenterait un coût important pour la commune.

Le golfe de Beauduc présente également un aspect récréatif important. Ici, la fréquentation revêt deux formes de pratiques. La première est liée à l'existence de 400 habitations en tout genre (cabanons, caravanes, autobus, abris de chantiers, etc.) réparties sur 60 ha environ. Elles se sont progressivement implantées à partir des années 50 et forment, à l'heure actuelle, trois quartiers importants : Beauduc-nord, Beaduc-plage et Beauduc-village (Clayes-Mekdade et Nicolas, 1999). Si certains cabaniers y séjournent toute l'année, la fréquentation maximale est atteinte durant l'été. La seconde forme s'illustre par un tourisme balnéaire à la journée facilité par l'existence d'une route carrossable qui traverse le salin de Giraud (CSMSE). Cependant, devant l'importante dégradation de la frange littorale (cordon dunaire), l'accès à la plage par les véhicules a été définitivement fermé dans les années 80. Si le tourisme dans ce secteur a toujours concerné les classes populaires locales, il se tourne aujourd'hui vers une "clientèle" allochtone de plus en plus importante et de classes aisées. D'ailleurs, l'implantation d'infrastructures permanentes (restaurants) témoigne d'une fréquentation de plus en plus importante de ce lieu touristique.

Le tourisme aux Saintes-Maries-de-la-Mer est au cœur de l'économie de la ville qui accueille 40 000 touristes en période estivale pour une population à peine supérieure à 2 000 habitants l'hiver. Il s'appuie sur l'existence d'un patrimoine historique camarguais auquel s'ajoute le pélerinage annuel des gens du voyage (célébration de la Vierge Noire). Ce tourisme s'est progressivement renforcé depuis une vingtaine d'années comme en témoignent les constructions d'un port de pêche et de plaisance en 1984, ainsi que l'ouverture de plusieurs campings afin de supprimer les pratiques illégales de campement sauvage (Picon, 1985). Pour les années à venir, la municipalité actuelle projette de développer le tourisme suivant trois axes : tourisme haut de gamme, tourisme vert et hors saison (Hertel, 1998). Cependant, il est à noter que les usages du littoral des Saintes-Maries-de-la-Mer diffèrent suivant les secteurs et leur statut. Si les plages "urbaines" situées au droit du village sont aujourd'hui ouvertes au public, ce n'est pas le cas du secteur du Grand Radeau dont l'accès est réservé en été aux véhicules des Saintois.

Sur la pointe de l'Espiguette, deux formes différentes de tourisme coexistent. D'une part, la *marina* de Port-Camargue qui a été conçue pour accueillir un tourisme plaisancier de luxe. Reconnu comme le plus grand port de plaisance d'Europe, sa fréquentation ne cesse de croître depuis 1969. Il reçoit aujourd'hui plus de 6 000 bateaux par an. Cependant, il est difficile d'évaluer la valeur économique de cette activité car nous ne possédons aucun chiffre sur les dividendes annuels qu'elle procure. Néanmoins, depuis 1969, ce sont plus de 269 millions de francs qui ont été dépensés dans la construction et l'aménagement du port de plaisance. D'autre part, les dunes de la pointe de l'Espiguette connaissent, quant à elles, des usages touristiques différents basés sur la recherche d'un rapport avec la nature. Il s'agit d'une fréquentation balnéaire à la journée dont le flux est "canalisé" sur une aire de stationnement située en arrière du cordon. La municipalité du Grau-du-Roi en tire d'ailleurs un profit financier en faisant payer l'accès aux plages du mois de mai à septembre. Comme pour la plage de Piémanson et de Salin-de-Giraud, les dunes des Baronnets et de Figuérasse souffrent de la surfréquentation estivale (piétinement des promeneurs et équitation). Cependant, il faut bien reconnaître que la dégradation des dunes dans ce secteur relève d'abord de processus naturels (secteur en érosion).

L'activité scientifique enfin, qui en Camargue touche essentiellement les milieux humides de la plaine deltaïque. Ces programmes de recherche sont menés par les différents organismes scientifiques installés sur place tels que la Tour du Valat, le Domaine de la Palissade ou encore le PNRC, et sont le plus souvent tournés vers l'étude et la préservation des zones humides ou encore l'ornithologie. Concernant l'espace littoral à proprement dit, il convient toutefois de mentionner les actions menées par la RNC à l'initiative de la SNPN, dans le cadre d'un programme (MEDSPA) d'étude et de restauration des dunes dans le golfe de Beauduc. Outre le personnel permanent de la Réserve, ces travaux mobilisent chaque année un nombre important de bénévoles pour les opérations de terrain mais également pour le suivi scientifique dans le cadre de mémoires de Maîtrise, DEA, DESS ou autre (SNPN, 1994).

ARTIFICIALISATION DE LA FRANGE LITTORALE

A l'heure actuelle, plus de 85 % de la frange littorale sont aménagés, voire artificialisés (fig. 5).

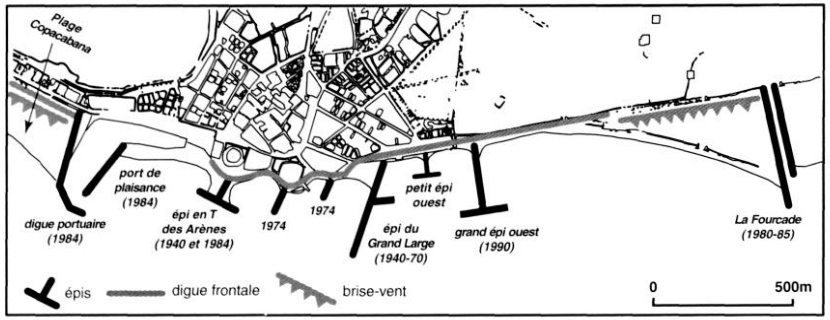


Figure 5b : Artificialisation du littoral aux Saintes-Maries-de-la-Mer

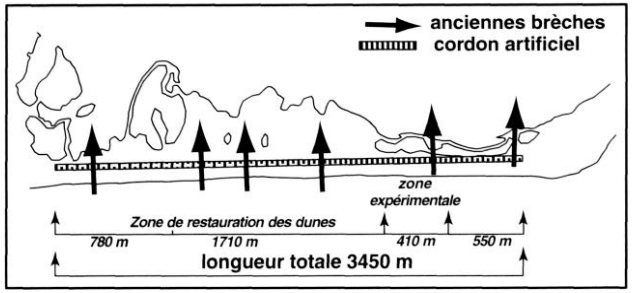
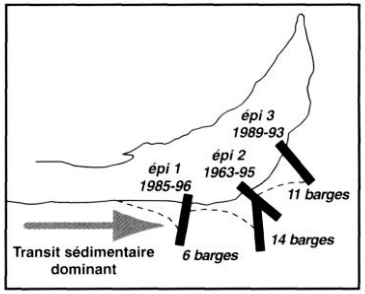


Figure 5e : Réhabilitation du cordon dunaire sur la flèche de la Gracieuse (PAM)

Figure 5d : Aménagement du poulier de la flèche de la Gracieuse (PAM)



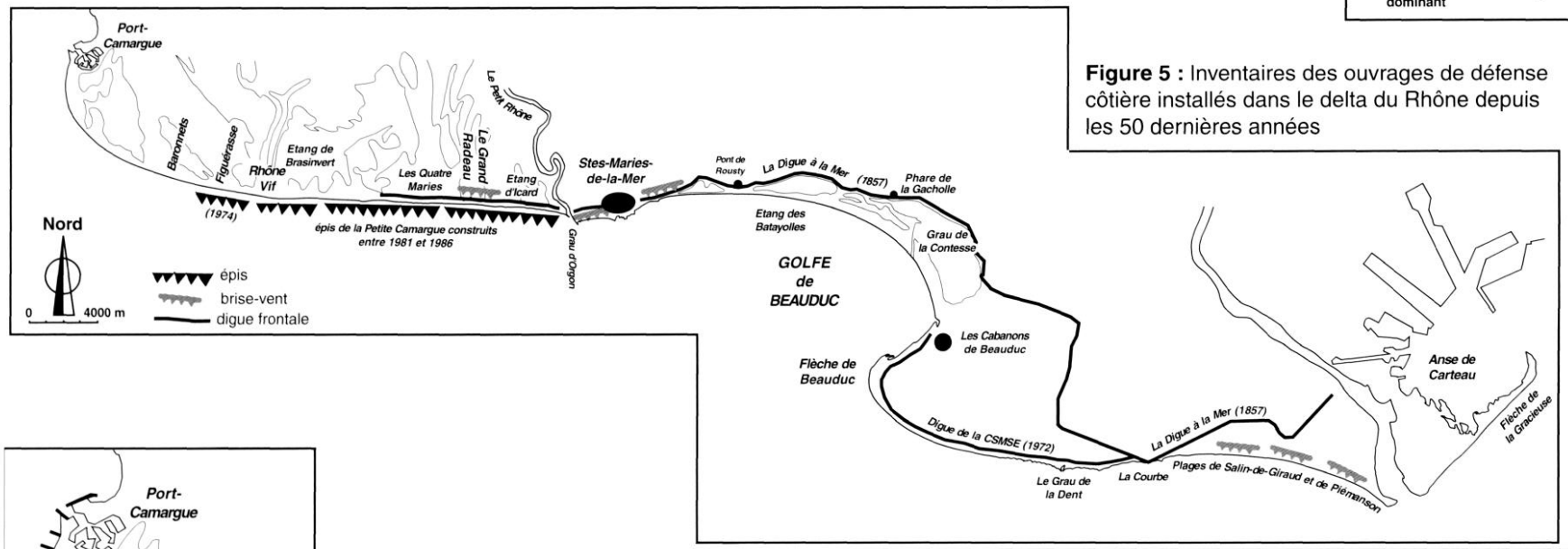


Figure 5 : Inventaires des ouvrages de défense côtière installés dans le delta du Rhône depuis les 50 dernières années

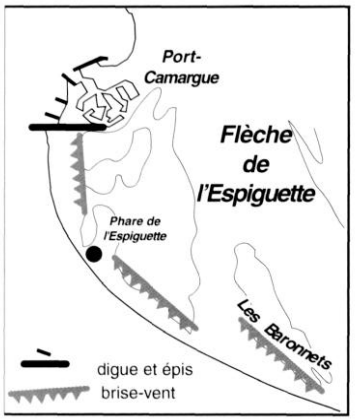
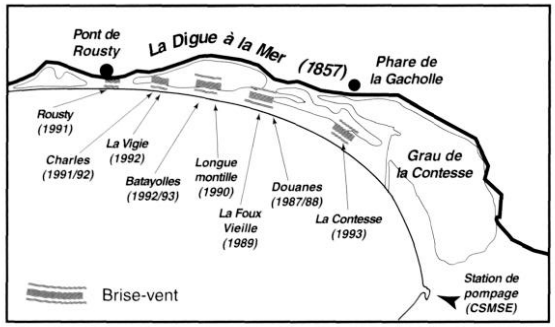


Figure 5a : Localisation des infrastructures dans le secteur de la flèche de l'Espiguette

Figure 5f : Localisation des travaux de protection des dunes de la RNC (golfe de Beauduc)



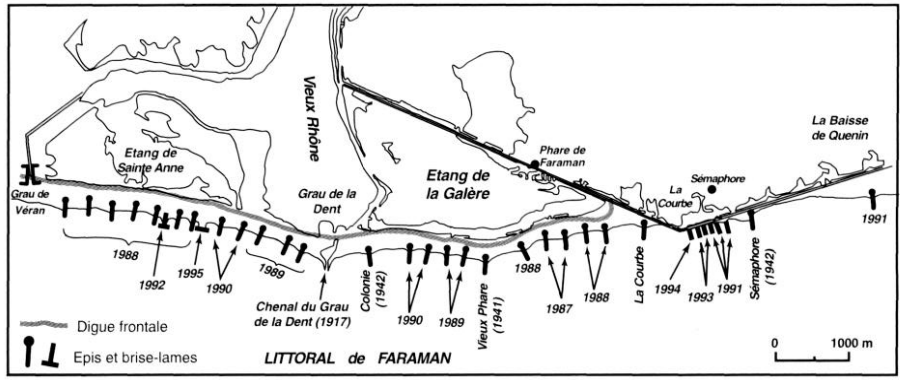


Figure 5c : Ouvrages de défense côtière à Faraman (CSMSE)

A ce sujet, nous pouvons citer le remarquable travail de Fleury (1992) qui dresse un inventaire exhaustif des différents aménagements dans le delta du Rhône. Pour les années récentes, ces données ont été complétées dans le cadre de cette étude. Comme le montre l'auteur, l'aménagement du linéaire côtier camarguais a commencé très tôt avec la construction de la digue à la mer en 1857. Situé en arrière du cordon dunaire, ce premier rempart contre les agressions marines devait protéger les étangs contre la submersion. Cette digue, toujours présente, ferme l'ensemble de la frange littorale de Salin-de-Giraud aux Saintes-Maries-de-la-Mer.

La lutte contre le recul du trait de côte

Il est très tôt devenu indispensable de protéger les intérêts socio-économiques menacés par l'érosion des plages. Ainsi, dès les années 30, les premiers épis à claire-voie en bois sont installés au droit des Saintes-Maries-de-la-Mer et sur le littoral de Faraman au droit de la CSMSE. A cette époque déjà, la protection de la ville des Saintes et du complexe industriel des salins devient primordiale. Ce n'est qu'à partir des années 40 que l'enrochement du littoral commence avec l'installation ponctuelle des premiers épis en dur sur les secteurs précédemment cités.

Les années 70 marquent une deuxième étape. Elle voit la construction en 1972, par la CSMSE, d'une digue artificielle servant à renforcer le littoral de Faraman du secteur de la Courbe aux cabanons de Beauduc. C'est également à cette période qu'est entreprise la construction du port de plaisance de Port-Camargue (1968-1975). On adjoint à cet aménagement une digue d'arrêt d'environ 1 000 m en bout de flèche de l'Espiguette, destinée à protéger l'entrée du port de l'ensablement (fig. 5a).

La troisième étape a été la plus importante tant au niveau du volume des enrochements que des dépenses engagées (tabl. 1). Sur l'ensemble du littoral, la construction de batteries d'épis se multiplie, suscitée par le détonateur que sera la tempête de 1982. Devant l'urgence de la situation, les considérations environnementales et esthétiques font place au pragmatisme. Les décideurs s'appuient alors sur les résultats "heureux" obtenus précédemment sur des "zones tests" situées sur le littoral gardois. En effet, entre 1975 et 1977, dix épis en enrochement sont installés à l'ouest du Rhône Vif par le SMNLR enrayant ainsi le recul du trait de côte. A la suite de ces bons résultats, ce sont au total cent vingt-deux ouvrages qui sont construits durant les années 1981 à 1986 entre les Baronnets et le secteur du Grand Radeau. A cela s'ajoute la construction d'une digue frontale sur environ 5 km de littoral : des Quatre Maries au Grand Radeau (fig. 5). C'est également dans les années 80 qu'est entreprise la construction du port de plaisance des Saintes-Maries-de-la-Mer tandis que s'artificialise le front de mer au droit de la ville. Trois kilomètres de cordon dunaire sont remplacés par une digue frontale, renforcée par dix épis dont trois en T (fig. 5b). Sur le littoral de Faraman (au droit de la CSMSE), c'est aussi à cette époque que l'enrochement massif du trait de côte est décidé (Caillaud *et al.*, 1990). Entre 1987 et 1995, vingt-neuf épis et un brise-lames seront implantés entre la Baisse de Quenin et l'étang de Sainte Anne (fig. 5c). Enfin, il convient de rappeler les aménagements du PAM effectués entre 1963 et 1996 en bout de flèche de la Gracieuse. Ils concernent la "construction" d'épis constitués de barges immergées afin de bloquer le transit sédimentaire longitudinal vers le golfe de Fos et d'orienter, par là même, l'allongement du poulier vers le Nord-Nord-Ouest (fig. 5d).

La réhabilitation et/ou la protection du cordon dunaire

L'aménagement des dunes représente également une part importante dans l'artificialisation du trait de côte (fig. 5). L'exemple le plus remarquable concerne la réhabilitation du cordon dunaire de la flèche de la Gracieuse sur plus de 3 km de linéaire côtier (Longé, 1990). Rendu indispensable par la menace de rupture de l'édifice et, indirectement, par les risques encourus par les infrastructures industrialo-portuaires situées en arrière, cet aménagement fut entrepris à la fin des années 80 (fig. 5e). Dans un souci de préservation du milieu naturel, le PAM a opté pour des techniques souples et peu coûteuses en utilisant des brise-vent (ganivelle).

A l'initiative du PNRC, les ganivelles ont été également largement utilisées pour la protection des dunes du littoral camarguais. Ces actions s'insèrent dans plusieurs programmes de protection du cordon dunaire. Ils ont concerné entre 1988 et 1992 les secteurs situés au droit du Grand Radeau, ainsi qu'à l'ouest et à l'est du port de plaisance des Saintes-Maries-de-la-Mer (plage de Copacabana et étang dit l'Impérial). Les derniers brise-vent installés par le PNRC l'ont été sur la plage d'Arles (plage de Piémanson et de Salin-de-Giraud), ce programme étant d'ailleurs toujours en cours (fig. 5).

De même, à l'intérieur du golfe de Beauduc, une dizaine de dunes appelées "montilles" et situées en avant de la digue à la mer ont fait l'objet d'un programme de réhabilitation mené entre 1986 et 1994 à l'initiative de la RNC (SNPN, 1994). Cette action fut lancée après les dégâts occasionnés par la tempête cinquantennale de 1982. Au total, plus de 6 km de cordon dunaire ont été réhabilités entre le pont de Rousty et le grau de la Contesse (fig. 5f).

Depuis le milieu des années 80, sur la pointe de l'Espiguette, le cordon dunaire est également

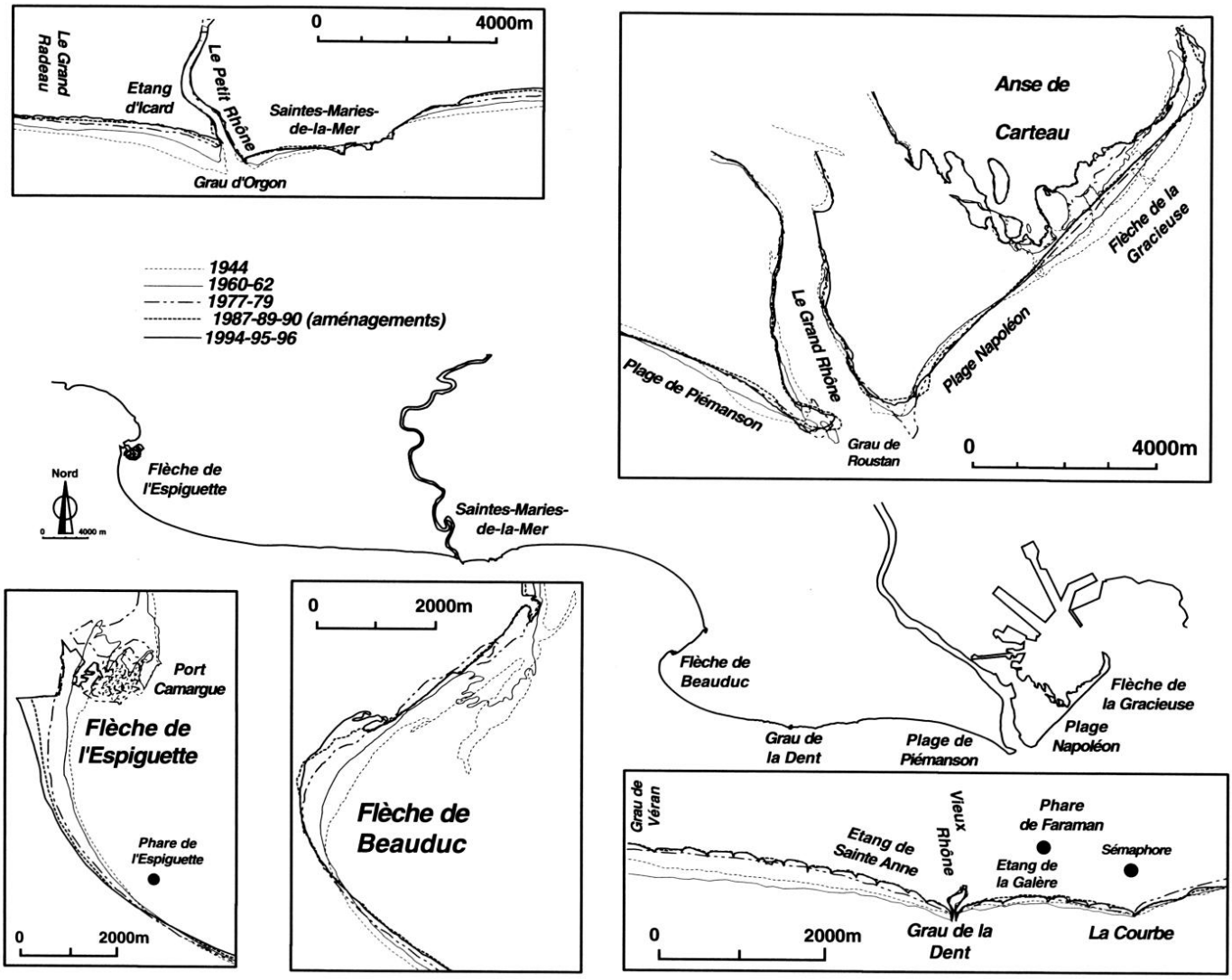


Figure 6 : Evolution du trait de côte à l'échelle mi-séculaire dans le delta du Rhône

protégé par l'implantation de brise-vent installés par la commune du Grau-du-Roi. Depuis 1997, ces actions ont été renforcées à proximité de la digue d'arrêt des sables et au sud de la pointe, dans le secteur des Baronnets (fig. 5a).

L'emploi de ces techniques "souples" s'oppose aux actions d'enrochement du cordon dunaire menées par la CSMSE. Ainsi, sur la plage de Salin-de-Giraud, l'artificialisation du cordon s'est faite par la construction d'un bourrelet constitué d'un corps de galets recouvert d'un géotextile prenant l'allure d'une digue artificielle ensablée. La chronologie de ces aménagements est toutefois difficile à reconstituer.

Bilan : des objectifs partiellement atteints, mais à quel prix ?

Le bilan morphosédimentaire de ces aménagements a déjà fait l'objet de nombreux travaux dont il convient de rapporter l'essentiel (Moulis, 1992, 1995, 1996, Moulis et Loubié, 1998a, 1998b ; Blanc et Poydenot, 1993 ; Blanc, 1996 ; Suanez et Bruzzi, 1999 ; Bruzzi, 1998). Il s'appuie également sur l'étude de la mobilité du trait de côte à l'échelle mi-séculaire réalisée sur l'ensemble du delta (Suanez et Simon, 1997 ; Sabatier, 1997). L'accent est d'abord mis sur les secteurs où les équipements sont les plus importants, à savoir la flèche de la Gracieuse, le littoral de Faraman, les Saintes-Maries-de-la-Mer, la Petite Camargue ainsi que la flèche de l'Espiguette (fig. 6).

Le bilan montre des résultats très contrastés. A l'est de l'embouchure du Grand Rhône, l'aménagement du cordon dunaire de la flèche de la Gracieuse a atteint ses objectifs. Dès 1992, soit deux ans après l'installation des ganivelles, le volume sédimentaire du cordon artificiel avait déjà doublé (Moulis, 1992). Les études qui ont suivi ont montré la même tendance jusqu'en 1995, période durant laquelle l'ensemble de l'édifice était stabilisé. Cette évolution s'est accompagnée, dans les années récentes, d'une progradation du trait de côte (fig. 6) se traduisant également par une accrétion verticale de la plage émergée (Suanez et Simon, 1997 ; Suanez et Bruzzi, 1999 ; Bruzzi,

1998). Toutefois, il convient de rappeler que la réussite de cet équipement s'explique avant tout par la bonne alimentation sédimentaire de ce secteur, directement nourri par les apports rhodaniens dont le transit s'organise d'ouest en est à partir de la dérive littorale (fig. 6). Les barges échouées (épis) au niveau du musoir montrent également des résultats très satisfaisants. Cependant, en raison de l'importance des apports sédimentaires, le PAM est contraint de renouveler régulièrement ce type d'intervention devant les risques d'ensablement du chenal d'accès au port industriel de Fos situé en bout de flèche (fig. 1).

A l'Ouest de l'embouchure du Grand Rhône, à l'exception de quelques secteurs, le recul du trait de côte à Faraman a été stoppé par les ouvrages de défense côtière (fig. 6). Toutefois, si la ligne du rivage peut être considérée aujourd'hui comme étant fixée, l'érosion des petits fonds est toujours active, mettant en péril la stabilité des ouvrages. Les dégâts occasionnés par les tempêtes de décembre 1997 à la hauteur du grau de Véran ont confirmé la fragilité de ce secteur déjà pointée du doigt par de nombreux auteurs (Blanc et Poydenot, 1993 ; Suanez et Bruzzi, 1999). Pour les années à venir, il est probable que l'on ira vers un renforcement de ce secteur par l'installation de nouveaux ouvrages de défense.

Aux Saintes-Maries-de-la-Mer, le linéaire côtier a pu être fixé au prix d'un aménagement massif. Cependant, on observe une érosion toujours active des petits fonds (Clairefond, 1977 ; Blanc, 1977 ; Sabatier, 1997), mais, à la différence de Faraman, cette évolution n'a jusqu'à présent entraîné aucune destruction des ouvrages de défense. Cela tient au fait que dans ce secteur, ces derniers ont été dimensionnés afin de résister aux plus fortes tempêtes. Ajoutons également que cette partie du littoral bénéficie des faibles apports sableux du Petit Rhône, lors des crues exceptionnelles, permettant d'atténuer à cet endroit l'érosion (Sabatier et Arnaud-Fassetta, 1999).

En Petite Camargue, les épis n'ont permis qu'un ralentissement du recul du trait de côte (fig. 6). Ils sont aujourd'hui, pour la plupart, déracinés, ce qui réduit considérablement leur efficacité. Cela a pour conséquence essentielle la multiplication des courants d'arrachement le long de chaque structure se traduisant par des phénomènes d'affouillement au pied des ouvrages frontaux (Sabatier, 1997 ; Miossec, 1998 ; Paskoff, 1998a).

Enfin, sur la pointe de l'Espiguette, la digue d'arrêt des sables a jusqu'à présent rempli son rôle en bloquant le transit sédimentaire orienté vers le nord-ouest. Cependant, il a fallu au début des années 90 rallonger cet ouvrage d'environ 200 m, suite à la sédimentation rapide contre ce dernier. Depuis deux ou trois ans le contournement de l'ouvrage par les sables s'observe à nouveau, d'où une menace à moyen terme pour l'entrée du bassin de Port-Camargue.

Concernant les autres secteurs, caractérisés par la présence d'aménagements "souples" (ganivelles), le bilan est tout aussi nuancé. Sur la plage d'Arles, les casiers de ganivelles situés à proximité du trait de côte n'interviennent en rien dans l'engraissement du cordon dunaire (Miossec, 1998 ; Paskoff, 1998a). Toutefois, ces infrastructures semblent jouer parfaitement leur rôle en tant qu'obstacles à la surfréquentation des dunes par les usagers. A ce titre, on peut penser que l'objectif de départ a été atteint. Ils posent toutefois la question de savoir si des moyens moins coûteux et moins dommageables d'un point de vue esthétique, comme des campagnes d'information ou une régulation beaucoup plus stricte, directement à l'entrée de la plage, n'auraient pas été préférables.

Dans le golfe de Beauduc, sur le secteur de la RNC, les ganivelles ont permis de reconstituer un cordon dunaire continu. A l'heure actuelle, cette construction joue parfaitement le rôle de protection contre les phénomènes de submersion (SNPN, 1994). Il convient toutefois de rappeler que le succès de cet aménagement s'explique là aussi par une bonne alimentation sédimentaire dans ce secteur (Sabatier, 1997). A l'inverse, la protection des dunes au droit de la Réserve des Impériaux montre des résultats très mitigés. Si les casiers engendrent un engraissement relatif, le recul du trait de côte est toujours actif, menaçant à moyen terme l'efficacité de ces aménagements.

Sur la plage en érosion de Copacabana (Saintes-Maries-de-la-Mer), les ganivelles ont permis de renforcer le cordon dunaire et de bloquer la submersion lors des tempêtes. Cependant, les dunes ne sont plus "mobiles" et s'adaptent plus difficilement aux variations de la ligne du rivage, d'où probablement une modification des échanges sédimentaires du système plage/dune (Miossec, 1998). Au niveau du Grand Radeau enfin, les brise-vent installés pour conforter l'enracinement des épis au rivage par la reconstitution d'une dune, ont aujourd'hui disparu. Cette évolution s'explique par un recul toujours actif de la ligne du rivage (fig. 6).

Le bilan financier de ces aménagements illustre l'ampleur des investissements réalisés depuis le début des années 80 (tab. 1). Malgré la difficulté d'obtenir certains chiffres, les sommes présentées dans cette étude donnent un ordre de grandeur assez significatif des coûts alloués à la défense du littoral camarguais. Les investissements les plus importants ont été réalisés à partir du milieu des années 80 sur le littoral des Saintes-Maries-de-la-

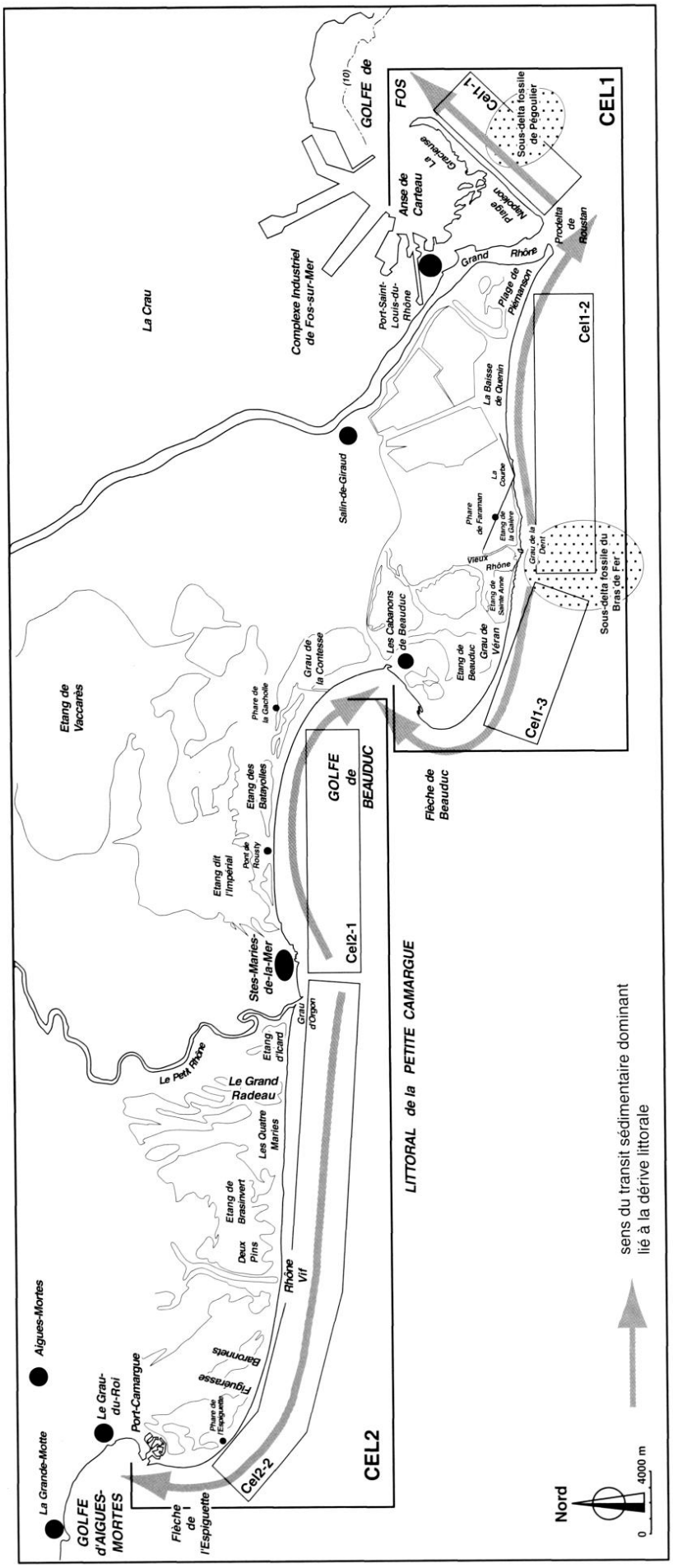


Figure 7 : Cartographie des cellules hydro-sédimentaires dans le delta du Rhône

Mer et les deux sites de la CSMSE (Faraman et Aigues-Mortes), soit respectivement à la hauteur de 40, 37 et 30 MF. A cela s'ajoutent environ 15 MF pour la défense du littoral de la CIAM, toujours en Petite Camargue, et 5 MF pour le littoral gardois (ouest du Rhône Vif). Dans ces secteurs, l'importance des sommes dépensées s'explique par l'utilisation de techniques de protection côtière coûteuses (enrochements) sur un linéaire particulièrement étendu (45 km). Cependant, cela ne semble pas suffire car les prévisions montrent que 10 et 7 MF seront dépensés en 1999 pour la restauration des sites de la CSMSE, respectivement pour le salin de Giraud et celui d'Aigues-Mortes (Boudet, 1999). Les propos du maire des Saintes-Maries-de-la-Mer vont également dans ce sens, lorsqu'il estime que 50 MF seront nécessaires pour la protection des Saintes-Maries dans les années à venir. Il semblerait donc que l'on s'achemine, dans ces secteurs, vers une nouvelle phase dans la politique de défense contre la mer tout aussi coûteuse que les précédentes.

Pour le littoral de la flèche de la Gracieuse et de Beauduc, les sommes totales dépensées sont beaucoup moins importantes puisqu'elles représentent respectivement 7 et 0,9 MF. Qui plus est, les investissements les plus lourds ont été réalisés au début des années 90, date à laquelle ont commencé les travaux, avant de chuter, voire de devenir nuls, pour la période la plus récente (tabl. 1). Cela s'explique à la fois par le faible coût et le succès rapide des moyens techniques mis en œuvre (ganivelles).

FONCTIONNEMENT HYDROSEDIMENTAIRE DU LITTORAL ET SES IMPLICATIONS

Les modifications de la frange littorale camarguaise sont inhérentes aux espaces deltaïques qui, par nature, sont des zones en perpétuel changement. Pourtant de nombreux décideurs, acteurs de l'aménagement, opposent encore une représentation figée du linéaire côtier à cet état de fait. Toutefois, lorsque la mobilité du trait de côte est prise en compte, elle ne l'est pas toujours à la bonne échelle spatio-temporelle, la viabilité et l'efficacité d'un aménagement étant le plus souvent limités à la durée d'un mandat de maire ou de président de conseil général. Dans la plupart des cas, on raisonne à court terme ou au mieux, à moyen terme. Sans vouloir pour autant discréditer les décideurs, il faut bien avouer que de telles pratiques ont été, dans certains cas, justifiées par le fait qu'une politique d'aménagement à long terme était plus coûteuse pour la collectivité qu'une intervention "palliative" à court terme. La question est alors de savoir à quelle politique d'aménagement du littoral on procède. Dans le delta du Rhône, elle dépasse le cadre local et suppose une réelle implication de

	Flèche de la Gracieuse (PAM)	Piémanson (PNRC)	Faraman (CSMSE)	Golfe de Beauduc (RNC)	Stes-Maries-de-la-Mer	Petite Camargue (CIAM)	Petite Camargue (CSMSE)	Les Baronnets (Grau-du-Roi)
1975								400
1976								
1977					51			490
1978					400			
1979					2170			
1980					950			
1981					1593		540	480
1982					1839		860	480
1983					1804		6030	714
1984					3425	3722	7420	1250
1985					4226	760	1240	1460
1986			1500	71	557	7487	1020	(**)
1987			1510	28	1400	1246	930	(**)
1988			6550	57	5885	553	1870	(**)
1989			4505	74	6209		280	(**)
1990	960		4247	131	8155	1702	1290	(**)
1991	1023		4014	147			1130	(**)
1992	2277		2000	150	1200		510	(**)
1993	1671		2800	122	(**)		610	(**)
1994	211		1000	118	(**)		720	(**)
1995	104		400		(**)		1036	(**)
1996	347	300 (*)	1410		(**)		835	(**)
1997	31	150 (*)	1400		(**)		900	(**)
1998	60	150 (*)	6000		(**)		3000	(**)
TOTAL	6684	600	37336	898	39864	15470	30221	4874

Tableau 1 : Récapitulatif des investissements (en milliers de F) réalisés depuis la fin des années 70 sur les secteurs les plus aménagés du littoral camarguais
(*) chiffres estimés ;
(**) données non communiquées.

l'Etat tant au niveau de la réglementation que des financements.

Etat des connaissances : un essai de synthèse

L'évolution du littoral du delta du Rhône est aujourd'hui bien connue, que ce soit à l'échelle géologique (L'Homer *et al.*, 1981 ; Pons *et al.*, 1979 ; Triat-Laval, 1978 ; Arnaud-Fassetta, 1998 ; Vella, 1999), ou à plus court terme (Kruit, 1955 ; Duboul-Razavet, 1956 ; Blanc, 1977 ; Vernier, 1972 ; Suanez, 1997 ; Sabatier, 1997 ; Bruzzi, 1998). De cette histoire géologique, nous retiendrons que le recul ou l'avancée du trait de côte dépendent de la combinaison de quatre facteurs naturels : de l'importance des apports sableux, de la migration des embouchures liée aux défluviations, de l'action des houles et des courants littoraux dans les processus d'érosion ou d'accumulation sur la côte, enfin des variations du niveau marin. Le rôle de ces quatre agents dans l'évolution de la frange littorale varie selon les échelles spatio-temporelles, au sein desquelles on ne discerne encore que très difficilement l'importance relative de chacun d'entre eux. Cette connaissance des causes de la mobilité littorale permet de comprendre que l'érosion constante s'explique, avant tout, par la mort du Rhône de Saint-Ferréol à partir de l'époque romaine et du Haut Moyen Age aux Saintes-Maries-de-la-Mer et par l'abandon du Rhône du Bras de Fer depuis 1711 à Faraman. Dans ces conditions, le recul du linéaire semble durable dans ces secteurs.

Pour la période la plus récente, le fonctionnement naturel du littoral camarguais a été perturbé par l'anthropisation. Cette dernière s'illustre d'une part, par l'intervention de l'homme sur le Rhône et son bassin versant. Elle consiste en la construction de barrages hydroélectriques en amont et l'endiguement du cours d'eau dans sa plaine deltaïque, à l'origine de la réduction des apports sédimentaires à la côte et l'impossibilité pour le fleuve de changer de cours (Suanez *et al.*, 1998). Elle se traduit d'autre part, par l'ensemble des constructions d'ouvrages de défense côtière précédemment décrit, avec l'implication que cela suppose sur la circulation hydrosédimentaire proche du littoral.

Les travaux effectués sur l'évolution mi-séculaire du trait de côte ont permis de définir un modèle de fonctionnement hydrosédimentaire de l'ensemble du littoral camarguais (Suanez, 1997 ; Suanez et Simon, 1997 ; Sabatier, 1997). Il repose essentiellement sur l'identification de cellules hydrosédimentaires à partir des données obtenues sur les secteurs en érosion ou en accrétion et des informations relatives à la circulation littorale dominante proche de la côte. Cette méthode utilisée dans le delta de l'Ebre (Jimenez et Sanchez-Arcilla, 1993), permet de construire un modèle en boîtes (*boxes model*) à partir d'un ensemble de sous-cellules fonctionnant en synergie.

Le fonctionnement actuel du littoral montre l'existence de deux cellules hydrosédimentaires majeures centrées respectivement autour du Grand Rhône et du Petit Rhône (fig. 7). La cellule répartie de part et d'autre du Grand Rhône, s'étend d'est en ouest, de l'extrémité de la flèche de la Gracieuse à la zone des cabanons dans le golfe de Beauduc. Ces deux secteurs ferment le système hydrosédimentaire oriental (CEL1) évoluant à partir de trois sources sédimentaires : les apports actuels rhodaniens et les deux "sources périssables" constituées par les sous-deltas fossiles de Pégoulier et du Bras de Fer. A l'intérieur de ce système, le déplacement des sables s'organise à partir de trois sous-cellules (Suanez, 1997) : une cellule orientale située à l'est du Grand Rhône limitée dans sa partie occidentale par l'exutoire rhodanien (Cel1-1) et deux cellules situées à l'ouest du grau de Roustan (Cel1-2 et Cel1-3), réparties de part et d'autre de l'étang de Sainte-Anne. Le transit sédimentaire au niveau de la cellule Cel1-1 s'oriente d'ouest en est, à partir des apports rhodaniens actuels (source vive) et de l'érosion du sous-delta fossile de Pégoulier (source périssable). Comme le montrent l'allongement constant de la flèche de la Gracieuse et la stabilité relative de la plage Napoléon, ce secteur est caractérisé par un bilan sédimentaire excédentaire. A l'ouest du Grand Rhône, la limite entre les cellules Cel1-2 et Cel1-3 est marquée par la divergence de la dérive littorale liée à la réfraction de la houle sur le sous-delta fossile du Bras de Fer. Il convient de rappeler que ce point de divergence, correspondant à la zone d'érosion maximum, migre progressivement vers l'ouest. Dans les années 70, J.-J. Blanc le localisait au droit du grau de la Dent (Blanc, 1977), tandis que les études récentes le situent au niveau de l'étang de Sainte-Anne (Suanez, 1997). Ce fonctionnement montre que la flèche de Beauduc et une partie du golfe de Beauduc ne sont plus alimentés que par le démantèlement progressif du sous-delta du Bras de Fer, ce qui se traduit par l'érosion des plages situées plus à l'est, jusqu'au grau de la Dent. A partir de ce secteur, le transit sédimentaire s'oriente progressivement vers l'est (Cel1-2). Ce dernier participe à l'alimentation de la plage de Piémanson. Cependant, une grande partie du matériel est stockée au droit du prodelta de Roustan considéré comme un réservoir sédimentaire important (Suanez *et al.*, 1998).

La cellule occidentale CEL2, centrée sur le Petit Rhône, s'étend de la pointe de l'Espiguette à l'ouest au fond du golfe de Beauduc à l'est. Elle se caractérise par une zone en érosion du trait de côte des Baronnets au pont de Rousty et par une zone de stockage sédimentaire à chacune de ces extrémités (pointe de l'Espiguette et golfe de Beauduc). L'alimentation de ce secteur est extrêmement réduite, elle dépend directement des apports en sables vifs du Petit Rhône qui sont considérés comme très faibles (Blanc, 1977 ; Arnaud-Fassetta, 1998 ; Sabatier et Arnaud-Fassetta, 1999). Dans le passé, le démantèlement des sous-deltas fossiles du Rhône de Saint-Ferréol et du Rhône Vif a contribué à la construction de la frange littorale située à l'ouest du Petit Rhône. Aujourd'hui, ils ont totalement disparu (L'Homer *et al.*, 1993). Cet ensemble est donc en situation de déficit sédimentaire drastique. A l'intérieur de ce système, le transit sédimentaire dominant s'organise selon des directions opposées en deux sous-cellules (Cel2-1 et Cel2-2), réparties approximativement de part et d'autre de l'embouchure du Petit Rhône. Comme à Faraman, ce phénomène s'explique par la divergence de la dérive littorale liée à la réfraction de la houle sur le prodelta du Petit Rhône. La limite entre ces deux sous-cellules reste néanmoins imprécise car des échanges sédimentaires semblent avoir lieu entre elles (Sabatier et Arnaud-Fassetta, 1999). Malgré ces incertitudes, on peut considérer, qu'à l'est du Petit Rhône, le transport dominant des sables s'oriente en direction du golfe de Beauduc. Ce dernier représente donc un "réservoir" sédimentaire important au centre même de la Camargue, où se réunissent les cellules orientale CEL1 et occidentale CEL2. A l'ouest du Petit Rhône, le transit sédimentaire orienté vers la flèche de l'Espiguette définit la sous-cellule Cel2-2. Ici, le secteur en érosion des Baronnets au Petit Rhône contribue à l'alimentation sableuse de la flèche considérée, elle aussi, comme une zone de stockage des sables.

Prospectives à moyen et long terme

Le fonctionnement hydrosédimentaire du delta du Rhône précédemment décrit montre que le transit littoral s'organise en système de relais à partir de cellules dépendantes les unes des autres. Ainsi, on a pu montrer que pour la période postérieure à 1990, date à laquelle ont commencé les aménagements du littoral de Faraman, on enregistrait un ralentissement, voire un arrêt, suivant les secteurs, de la sédimentation sur la flèche de Beauduc, le matériel étant désormais bloqué par les épis de la CSMSE. Ces observations permettent d'esquisser quelques scénarios sur l'évolution future du littoral camarguais à moyen et à long terme. A l'est de l'embouchure du Grand Rhône, l'élément essentiel concerne l'allongement de la flèche de la Gracieuse qui s'est fait à la vitesse moyenne de 20 m/an sur les cinquante dernières années (Suanez et Simon, 1997). Si les aménagements du PAM dans ce secteur permettent encore de maîtriser cette évolution, on peut craindre qu'à plus ou moins long terme (20 à 50 ans), le chenal d'accès aux darses du port industriel s'en trouve menacé. Cependant, il faut se garder de tout catastrophisme car la réduction des apports sédimentaires rhodaniens depuis les années 60 s'est traduite par une diminution des

vitesses d'allongement de la flèche (Suanez et Simon, 1997). Concernant l'évolution du golfe de Fos, à l'heure actuelle, rien ne laisse supposer que ce dernier soit en voie de colmatage important. Pour s'en convaincre, rappelons que le chenal d'accès au port industriel n'a jusqu'à présent jamais été dragué depuis son creusement dans les années 60 et que les cailloutis pléistocènes de Crau, immergés entre 4 et 6 m de profondeur au fond du golfe, sont encore affleurants (Vella, 1999). A l'ouest de l'embouchure du Grand Rhône, la tendance naturelle s'exprime par un recul du littoral de Faraman avec les implications que cela suppose sur la sédimentation des secteurs de Piémanson à l'est et de Beauduc à l'ouest. Si cette évolution est à l'heure actuelle contenue par l'artificialisation du trait de côte, deux scénarios peuvent toutefois être envisagés en fonction de la continuité ou non d'une politique d'aménagement. Il convient toutefois de rappeler que ces deux options sont étroitement liées au maintien ou non de la CSMSE.

Si l'activité du sel perdure, avec pour conséquence le renforcement des ouvrages de défense côtière bien au-delà du grau de Véran, on réussira à stopper le recul de la ligne de rivage mais pas l'érosion des petits fonds marins. On peut miser sur une efficacité à moyen terme des ouvrages en espérant que ces derniers résisteront à la prochaine tempête exceptionnelle.

A l'inverse, si la politique de protection côtière est abandonnée, on assistera à une détérioration progressive des infrastructures créant ainsi des brèches dans la ligne de défense. On peut penser qu'à moyen terme, il faudra s'attendre à un recul du trait de côte assez rapide comme le montrent les chiffres obtenus sur la période antérieure aux équipements, soit entre 2 et 10 m/an suivant les secteurs (Suanez, 1997). Cette évolution se traduira par une augmentation du transit sédimentaire en direction de Beauduc à l'ouest et de la plage de Piémanson à l'est. A long terme (50 à 100 ans) on pourrait constater un colmatage important du fond du golfe de Beauduc avec les implications que cela suppose sur les activités, à savoir l'isolement des cabanons de la mer, si tant est que ces derniers soient maintenus. Dans ce cas, les répercussions socio-économiques des modifications de la frange littorale seront ici mineures. Du côté de Piémanson, cela se traduira par une augmentation de la sédimentation jusque dans la zone du grau de Roustan. Cependant, il est très difficile de prédire la configuration du trait de côte dans ce secteur, aucune indication à l'heure actuelle ne permettant d'imaginer une embouchure de type digité comme on l'a connue à la période romaine ou au Petit âge glaciaire. Toutefois, quel que soit le scénario, les effets sur les activités essentiellement touristiques seront mineurs.

En Petite Camargue et aux Saintes-Maries-de-la-Mer, on peut également imaginer l'évolution du trait de côte à partir de deux scénarios. Si l'on décide de laisser reculer le secteur du Grand Radeau (territoire de la CIAM et des Saintes-Maries), qui présente actuellement peu d'intérêts socio-économiques, alors que la CSMSE et la ville des Saintes-Maries-de-la-Mer continueront très probablement leur politique de fixation du littoral, on assistera à des modifications complexes du milieu naturel (Miossec, 1998 ; Paskoff, 1998b). Comme l'ont montré les mesures effectuées sur la période antérieure aux aménagements, la reprise du recul accéléré du linéaire côtier pourrait atteindre 2 à 8 m/an après la destruction des structures en enrochement. Cette évolution se traduirait par l'apparition d'un nouveau "golfe" dont la profondeur reste difficile à évaluer. R. Paskoff (1998b) l'envisage à 1,5 km en arrière du trait de côte actuel. Néanmoins, il convient d'ajouter que cette modification ne pourra se faire que sur le long terme (échelle séculaire). Latéralement, cette évolution aura plusieurs conséquences. A l'est, le recul de l'embouchure actuelle du Petit Rhône, et à l'ouest, celui du secteur des Quatre Maries, se traduiront par l'ouverture de nouveaux fronts latéraux à défendre pour la ville des Saintes-Maries-de-la-Mer et la CSMSE. Ces derniers se retrouveraient en situation de promontoire et seraient, de ce fait, plus exposés à l'agression marine. Afin de se protéger, on serait alors probablement contraint d'opter pour une artificialisation plus importante du trait de côte. Cette configuration existe déjà devant la ville des Saintes-Maries-de-la-Mer dont la situation de presqu'île résulte de la fixation du trait de côte alors que continue le recul du linéaire côtier à l'est. Dans ce cas, il est alors probable que l'on aboutisse à une sectorisation du littoral, où des zones très équipées, au cordon dunaire réduit ou inexistant, jouxteront un espace évoluant naturellement. A l'inverse, si les politiques d'enrochement sont maintenues sur l'ensemble du secteur, selon les méthodes employées jusqu'à aujourd'hui, on a vu que l'on ne permettra qu'un ralentissement du recul du trait de côte et non pas une fixation de ce dernier car l'efficacité à moyen terme de ces ouvrages reste limitée.

Sur la pointe de l'Espiguette, compte tenu des enjeux socio-économiques liés à la présence du complexe touristique de Port-Camargue et de la ville du Grau-du-Roi, on optera vraisemblablement pour la poursuite de la politique actuelle qui consiste à bloquer le transit sédimentaire en arrière de la digue d'arrêt. Cependant, le rallongement constant de cette dernière, rendu nécessaire par l'importante sédimentation, ne pourra se faire indéfiniment. Si tel était le cas, on s'acheminerait vers une situation critique se traduisant par un approfondissement du golfe d'Aigues-Mortes et

une différence de profondeur des fonds marins de part et d'autre de la digue. A moyen terme, cette configuration s'avérera être une contrainte technique pour l'ingénierie côtière qui ne pourra s'en affranchir qu'au moyen d'équipements très coûteux, si tant est que cela soit possible.

DISCUSSION

La grande hétérogénéité du littoral du delta du Rhône qui ressort de cette étude s'explique par la juxtaposition d'espaces naturels à forte valeur écologique et de secteurs anthropisés où les intérêts socio-économiques prédominent. Les perspectives d'aménagement à venir dépendent du choix de donner ou non la priorité à ces derniers. Il faut toutefois distinguer les zones où la simple régulation permettra à court terme d'aboutir aux résultats recherchés, des secteurs où la gestion du littoral est beaucoup plus délicate en raison de la nature des équipements à implanter.

Pour les plages d'Arles et de Napoléon, on s'en tient actuellement au compromis établi entre l'Etat et les collectivités locales, qui vise à satisfaire l'ensemble des protagonistes. Il va sans dire que cette situation est provisoire et que dans un délai assez court, il faudra de toute évidence, réguler de façon beaucoup plus stricte les pratiques estivales actuelles. Cela doit passer d'une part, par une interdiction temporaire d'accès des véhicules à la plage (de début juin à la fin septembre). En effet, durant l'hiver, ces plages sont fréquentées par les pêcheurs locaux dont les effets sur le milieu naturel sont nuls, et les "ramasseurs" de bois flottés ramenés par les crues du Rhône, qui, eux, participent au nettoyage de la plage. D'autre part, il faut combattre la pratique du camping sauvage dont la responsabilité est importante dans la détérioration du cordon dunaire. Comme pour la flèche de la Gracieuse, les effets de ces mesures peuvent être immédiats car ces secteurs bénéficient de conditions morphosédimentaires favorables dues à une bonne alimentation en sédiments. Il est à craindre que l'application de ces mesures ne provoque la contestation des populations concernées. Il est donc important que les collectivités territoriales envisagent des solutions de remplacement (aires de parking, campings, etc.) qui ne soient pas pénalisantes pour les usagers. C'est pourquoi il est essentiel qu'ils soient consultés et invités à participer aux discussions car, dans le cas contraire, on s'exposerait à un nouveau conflit.

Pour les cabanons de Beauduc, la situation est beaucoup plus complexe car elle concerne des habitations permanentes, qui, en tout état de cause, ne peuvent être détruites. La solution actuellement proposée qui vise à interdire leur rénovation et leur transmission par héritage paraît la plus raisonnable. Une solution alternative consisterait à donner un statut juridique à ces habitations et à mettre en place une gestion appropriée du site.

Dans les secteurs où l'activité industrielle est directement menacée, la question des politiques d'aménagement à mener est beaucoup plus délicate. Le complexe industriel de Fos-sur-Mer bénéficie à l'heure actuelle d'une situation d'abri très favorable que lui procure la flèche de la Gracieuse. Les efforts à venir devront œuvrer pour le maintien de cette dernière, tout en sachant que la dynamique naturelle agit déjà dans ce sens. Il est donc peu probable que l'on ait à intervenir de façon importante comme cela a été le cas au début des années 90. Toutefois, il faudra s'attacher à maîtriser l'allongement de l'édifice.

Quant à la CSMSE répartie sur les sites de Salin-de-Giraud et d'Aigues-Mortes, son maintien dépend en partie de la capacité à contenir le recul du trait de côte. De toute évidence, l'enjeu socio-économique mérite que l'on poursuive dans ces secteurs la politique d'aménagement actuellement en vigueur même si, comme le rappelait A. Miossec (1998), la question de la fermeture ou non du site du salin de Giraud, pour des raisons avant tout économiques, doit être posée clairement afin de pas "avoir à défendre lourdement un territoire appelé à se vider des ses forces vives et à retourner à la nature". Malgré la polémique, à l'heure actuelle, tout laisse à penser que cette activité perdurera encore cinq à dix ans. Nous pensons donc qu'une politique d'aménagement à moyen terme est de ce fait justifiée car elle permettrait de maintenir des emplois locaux. Cependant, il serait prévoyant de réfléchir à une éventuelle reconversion de ce secteur industriel sur le long terme. La municipalité d'Arles évoque déjà la possibilité de développer un tourisme industriel comme cela se fait déjà dans le nord de la France pour les friches de l'exploitation minière. La ville des Saintes-Maries-de-la-Mer constitue le troisième pôle important. Cependant, il convient de rappeler qu'au-delà de l'activité touristique, ce sont avant tout les infrastructures urbaines qui sont directement concernées par le recul du trait de côte, et donc indirectement les populations le sont aussi. Dans ce contexte, il est indéniable qu'il faille continuer l'artificialisation du linéaire côtier.

Nous insistons donc sur la nécessité de poursuivre les politiques d'aménagement là où l'enjeu économique et humain en vaut la peine. Cependant, le bilan effectué sur les équipements de défense côtière montre que sur les secteurs les plus menacés, ces derniers ne peuvent être efficaces au-delà d'un délai de cinq à dix ans (moyen terme). Qui plus est, les observations faites sur le fonctionnement hydrosédimentaire, largement influencé par la présence de ces ouvrages, montrent l'importance de la "solidarité

spatiale" qui existe entre les cellules littorales. En l'état actuel des choses, on serait donc tenté de dire que la continuité d'une politique d'aménagement ne peut s'envisager de manière sectorisée, comme s'est faite jusqu'à présent l'artificialisation du littoral du delta du Rhône, mais de façon globale.

Il est indéniable que la solution la plus raisonnable, d'un point de vue écologique et peut-être économique, serait de procéder à un retrait des activités vers l'intérieur des terres. Il ne nous appartient pas d'évaluer le coût d'une telle solution, mais il doit être sérieusement étudié par les acteurs concernés. Encore faudrait-il que ce déplacement se fasse en fonction de l'échelle spatio-temporelle des processus physiques, le problème étant que, pour les décideurs, il s'agit de gérer sur du court à moyen terme une portion de territoire amené à leur survivre. La question centrale est alors de savoir si, en l'état actuel des connaissances, les échelles spatio-temporelles des processus naturels et des politiques de gestion peuvent être synchronisées. On arrive de ce fait au paradoxe qui est de vouloir fixer des activités humaines sur un milieu naturel mobile. Cependant, on est obligé d'admettre que les dirigeants actuels héritent d'une situation dont ils ne sont pas directement responsables, car force est de constater que lorsque la CSMSE et la ville des Saintes-Maries-de-la-Mer se sont installées, le trait de côte se situait à distance. A-t-on alors manqué de clairvoyance ? De toute évidence non, car les connaissances en matière de dynamique côtière ne permettaient pas d'anticiper sur l'évolution future. On se permet toutefois de penser qu'à la fin des années 70 on pouvait déjà augurer de la situation actuelle. Quoi qu'il en soit, il nous faut aujourd'hui gérer l'ingérable. Il est de toute manière impossible d'envisager le transfert des Saintes-Maries-de-la-Mer avec les conséquences humaines et financières que cela supposerait, à moins que l'Etat ou un autre organisme payeur ne s'engage à indemniser les usagers désireux d'y recourir. Pour d'autres raisons, ce type d'action a été réalisé dans le cas de populations insulaires en Ecosse et en Irlande avant la seconde guerre mondiale (Steel, 1975). Afin de ne pas se retrouver acculée, la municipalité des Saintes-Maries qui affiche aujourd'hui la volonté de développer ses infrastructures touristiques (hôtels de luxe, parking), devra respecter une distance de repli suffisante que les connaissances actuelles permettent d'estimer. La question du retrait pour la CSMSE est beaucoup moins délicate en ce sens qu'elle concerne peu de biens matériels. Il ne faut cependant pas sous-estimer les dépenses qu'exigerait une telle opération pour la restructuration du fonctionnement hydrologique de l'exploitation.

L'autre solution déjà proposée (Paskoff, 1991 ; Suanez et Bruzzi, 1999), qui ne semble pas avoir la faveur des décideurs, serait de procéder à des rechargements. Cette étude montre pourtant que le delta du Rhône dispose de réservoirs sédimentaires importants à partir desquels des prélèvements pourraient être effectués sans dommage pour le milieu naturel. Bien plus encore, pour le secteur de la flèche de l'Espiguette, cette solution permettrait de combattre la sédimentation importante à l'arrière de la digue d'arrêt, problème qui, de toute façon, ne pourra être résolue que de cette manière. Afin de réduire les dépenses liées au transport du matériel sableux, on pourrait envisager des transferts de proximité, à savoir de la flèche de l'Espiguette à la Petite Camargue et les Saintes-Maries-de-la-Mer, et, pour le secteur de Faraman, depuis le golfe de Beauduc. Ce projet pourrait faire l'objet d'une concertation élargie au niveau intercommunal mais également interrégional. Il va sans dire qu'il faudrait faire appel à l'aide de l'Etat dans le cadre d'une telle opération, laquelle pourrait être également en partie subventionnée par l'Union Européenne au sein de programmes environnementaux.

En dernier ressort, si on faisait le choix de maintenir l'utilisation de structures d'artificialisation, une technique pourrait également être envisagée : le système Ecoplage (Vesterby, 1994 ; Turner et Leatherman, 1997). Ce procédé basé sur le principe du drainage de la plage permettrait d'éviter de nouveaux enrochements préjudiciables à la qualité du paysage. Qui plus est, pour la CSMSE, les eaux de pompage pourraient être utilisées pour l'alimentation des étangs réservés à la production de sel. En Méditerranée ce procédé a déjà été utilisé à Rio Mar dans le delta de l'Ebre (Anonyme, 1997). Cependant, si cette technique favorise l'accumulation sableuse en période de beau temps, son efficacité est considérablement réduite en période de tempête où les phénomènes exacerbés de submersion ne peuvent être éliminés par le pompage (Bruun, 1989 ; Turner et Leatherman, 1997).

Conclusion

Tendre vers une gestion intégrée du littoral du delta du Rhône suppose donc plusieurs conditions qui, à l'heure actuelle, ne sont pas remplies. Il faut dans un premier temps mettre en place un réseau d'observations et de mesures de terrain cohérentes et régulières à l'échelle du delta tout entier, tant au niveau des agents morphogènes (houle, courants, etc.) que de la frange littorale elle-même (profils de plage, levées bathymétriques, etc.). Comme on l'a vu, des données existent, mais de façon disparate et discontinue car le plus souvent, elles proviennent d'opérations limitées dans le temps et dans

Remerciements

Cette recherche a été réalisée dans le cadre d'un travail qui a été rendu possible grâce à une bourse de recherche doctorale financée par la région PACA et la Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est. Les auteurs remercient également les personnes qui ont aimablement collaboré à cette étude par leurs conseils avertis ou la fourniture de documents indispensables à la rédaction de cet article. Messieurs Gérard Boudet et Jean-Pierre Guiot, respectivement directeur et responsable bord de mer de la Compagnie de Salins du Midi et des Salines de l'Est ; Monsieur Jean-Paul Longé, directeur du Centre de Vie de la Fossette (Services Techniques du Port Autonome de Marseille) ; Monsieur Eric Coulet, directeur de la Réserve Nationale de Camargue ; Monsieur Jean-Philippe Grillet, directeur du Parc Naturel Régional de Camargue ; Madame Marie-Odile Crombé, responsable du Service Environnement Espaces naturels (Mairie d'Arles) ; Monsieur Jean-Marcel Peyras, Secrétaire Général (Mairie de Port-Saint-Louis-du-Rhône).

l'espace, et ont été acquises suivant des protocoles différents. Des outils, tels que les schémas directeur ou d'orientation, pourraient servir de cadre institutionnel à la mise en place d'un tel observatoire dont la gestion serait assurée par les Services Maritimes du Languedoc Roussillon et des Bouches-du-Rhône. Il incomberait aux régions concernées, appuyées par l'Etat, de financer cette opération. A titre d'exemple, l'observatoire mis en place sur la côte ouest du Cotentin est riche d'enseignements.

Dans un deuxième temps, il est nécessaire de créer un pôle de réflexion autour des choix et des mesures à prendre en matière d'aménagement du littoral. Ce pôle regrouperait l'ensemble des acteurs directs ou indirects présents sur la frange littorale, entendons par-là, une commission réunissant les scientifiques, les industriels, les politiques et les usagers ou les représentants d'associations d'usagers (touristes, pêcheurs, etc.). Cette commission trouverait toute sa cohérence au sein du PNRC dont les objectifs prioritaires sont, entre autres, "la préservation et la gestion intégrée des espaces naturels", y compris le littoral, et "la mise en place de forum d'échanges et de réflexion".

Il faut également que l'Etat s'engage plus clairement et activement tant au niveau de la mise en place et du respect de la réglementation que des actions à mener en matière d'aménagement. Comme on l'a vu, des solutions techniques, autres que l'enrochement systématique, existent. Le recours au système Ecoplage, avec toutes les réserves que ce dernier suppose quant à sa mise en œuvre, en est une. Toutefois, le rechargement de plage, à partir des zones excédentaires, s'avérerait la plus satisfaisante mais supposerait un coût largement supérieur au mètre linéaire d'enrochement. La question est de savoir vers quelle politique d'aménagement on s'oriente et, bien entendu, de s'en donner les moyens.

En dernier lieu, il convient de rappeler que dans une perspective de développement durable, la mise en place d'une gestion intégrée du littoral du delta du Rhône renvoie les acteurs directement concernés par les aménagements à leurs propres responsabilités. Pour les sites où la question de la défense du trait de côte reste problématique, à savoir, le littoral de Faraman au droit de la CSMSE et de Petite Camargue au droit des Saintes-Maries-de-la-Mer, les solutions à venir doivent, dès aujourd'hui, envisager la possibilité d'un repli vers l'intérieur des terres. Une telle décision ne nous appartient pas, mais il faudra bien qu'elle soit clairement discutée par les instances compétentes.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme, 1997, Une première en Méditerranée pour Ecoplage, *Mer et Littoral*, 21, p.12

ARNAUD-FASSETTA G., 1998, *Dynamiques fluviales Holocène dans le delta du Rhône*, thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-Marseille I, 324 p.

BLANC J.-J., 1977, *Recherches de sédimentologie appliquée au littoral du delta du Rhône, de Fos au Grau-du-Roi*, CNEXO, 75/1193, 69 p.

BLANC J.-J., 1985, Ruptures d'équilibre au littoral de Provence occidentale : l'action des tempêtes, relations avec les aménagements, *Téthys*, 11, 3/4, p. 350-359.

BLANC J.-J., 1996, Plages en recul et dynamique des profils littoraux à Faraman (Camargue, delta du Rhône). Méthodes d'études. Essai d'analyse prévisionnelle, *Quaternaire*, 7/1, p. 53-62.

BLANC J.-J. et POYDENOT F., 1993, Le rivage de Faraman en Camargue (SE France) : un géosystème côtier en déséquilibre ; méthodes d'étude, conséquences pratiques, *Géologie Méditerranéenne*, XX, 2, p. 75-87.

BOUDET G., 1999, *Tableau récapitulatif des travaux de défense du littoral de 1986 à 1988*, document inédit, 5p. + annexes, CSMSE, Salin-de-Giraud.

BRUUN P., 1989, The coastal drain : what can it do or not do ?, *Journal of Coastal Research*, 5/1, p. 123-125.

BRUZZI C., 1998, *Les tempêtes et l'évolution morphosédimentaire des plages orientales du delta du Rhône*, thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-Marseille I, 325 p.

CAILLAUD A., BOUDET G., GIEULLES D., BRIAND O., 1990, Le littoral de Salin-de-Giraud (Commune d'Arles), évolution et programme de travaux de stabilisation, *Comptes-Rendus du Premier Symposium International de l'Association Européenne*, EUROCOAST, Marseille, 9-13 Juillet 1990, p. 729-733.

CLAEYS-MEKDADE C. et NICOLAS L., 1999, De la plage appropriée à la plage patrimonialisée, analyse de pratiques balnéaires déviantes sur le littoral camarguais : l'exemple de Piémanson et Beauduc, *Méditerranée* (sous-presse).

CLAIREFOND P., 1977, *Le golfe des Saintes-Maries-de-la-Mer (Camargue). Etude sédimen-*

tologique, aménagement et protection, thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille II, 151p.

DUBOUL-RAZAVET C., 1956, Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du delta du Rhône, *Mém. Soc. Géol. de France*, 76, 234p.

FLEURY M.-C., 1992, *Le littoral camarguais, inventaire des aménagements, évolution géographique, économique et juridique entre 1970 et 1992*, mémoire de DESS, Universités de Montpellier I, II et III, Réserve Nationale de Camargue, tomes 1 et 2, 135 p.

HENRY M., 1998, Les Salins du Midi pétrifiés par la grève, *Libération*, 02/09/98, p. 22.

HERTEL O., 1998, La Camargue a le mal de mer, *Le Point*, 1349 (25 juillet 1998), p. 39-41.

JIMENEZ J.-A. et SANCHEZ-ARCILLA A., 1993, Medium-term coastal response at the Ebro delta, Spain, *Marine Geology*, 114, p. 105-118.

KRUIT C., 1955, Sediments of the Rhône delta. Grain size and Microfauna, *Verhand Konink. Neder. Geol. Minjnbouw.*, Dell XV BLZ, p. 359-501.

L'HOMER A., BAZILE F., THOMMERET J., THOMMERET Y., 1981, Principales étapes de l'édification du delta du Rhône de 7 000 BP à nos jours ; variation du niveau marin, *Océanis*, 7/4, p. 389-408.

L'HOMER A., ALOÏSI J.-C., BAZILE J.-C., CALINE B., MONACO A., MOUCHET J.-P., 1993, *Notice de la carte géologique au 1/50.000, feuille le Grau-du-Roi (1017)*, BRGM, Orléans, 93 p. + carte.

LONGE J.-P., 1990, Rehabilitation of "la flèche de la Gracieuse", *Comptes-Rendus du Premier Symposium International de l'Association Européenne*, EUROCOAST, Marseille, 9-13 Juillet 1990, p. 719-723.

MIOSSEC A., 1998, *Le littoral de la Camargue, état des lieux et propositions d'action en matière de lutte contre l'érosion marine*, Rapport d'expertise, PNRC, Arles, 17 p.

MOULIS D., 1992, *Flèche de la Gracieuse. Evolution générale du milieu, suivi de l'évolution de la dune expérimentale*, CEPREL, Montpellier, 12 p. + annexes.

MOULIS D., 1995, *Flèche de la Gracieuse. Ouvrages de protection contre l'érosion, compte-rendu de la mission de suivi réalisé en 1993 et 1994*, CEPREL, Montpellier, 27 p. + annexes.

MOULIS D., 1996, *Flèche de la Gracieuse. Ouvrages de protection contre l'érosion, compte-rendu de la mission de suivi réalisé en 1995 et 1996*, CEPREL, Montpellier, 37 p. + annexes.

MOULIS D. et LOUBIE S., 1998a, *Flèche de la Gracieuse. Ouvrages de protection contre l'érosion, compte-rendu de la mission de suivi réalisé en 1997*, IARE, Montpellier, 30 p. + annexes.

MOULIS D. et LOUBIE S., 1998b, *Flèche de la Gracieuse. Ouvrages de protection contre l'érosion, compte-rendu de la mission de suivi réalisé en 1998*, IARE, Montpellier, 44 p. + annexes.

PASKOFF R., 1991, *La défense de la côte de la Camargue contre la mer. Rapport d'évaluation*, PNRC, Arles, 18 p. + annexes.

PASKOFF R., 1998a, *Le littoral du Parc Naturel Régional de la Camargue après la grande tempête de décembre 1997*, PNRC, Arles, 15 p. + annexes.

PASKOFF R., 1998b, La mer envahit la petite Camargue, *Pour la Science*, 247, mai 1998, p. 16.

PICON B., 1985, La protection de la nature sur le littoral camarguais : du tourisme de masse à la fréquentation élitiste, *Anthropologie Maritime*, cahier N°2, p. 87-92.

PICON B., 1987, Les conflits d'usage sur le littoral camarguais, *Norois*, 34, p. 133-135.

PONS A., TONI C., TRIAT H., 1979, Edification de la Camargue et histoire holocène de sa végétation, *Terre et Vie, Rev. Ecol.*, sup. 2, p. 13-30.

Port Autonome de Marseille (PAM), 1997, Résultats, le Port Autonome de Marseille en 1997, PAM, Marseille, 10 p.

Port-Saint-Louis-du-Rhône, 1998, *Etude sur la fréquentation de la plage Napoléon, saisons estivales 1997 et 1998*, Rapport interne, JPR/ChR du 14/10/98, Port-Saint-Louis-du-Rhône, 4 p.

Port-Saint-Louis-du-Rhône, 1997, *Renouvellement de la Concession d'Exploitation de la Plage Napoléon. Travaux et aménagements visant à limiter la circulation et le stationnement des véhicules*, Cahier des charges, Services Maritimes des Bouches-du-Rhône, 10 p. + annexes.

SABATIER F., 1997, *Les dynamiques sédimentaires du littoral occidental du delta du Rhône*, mémoire de DEA, Université de Provence, Aix-Marseille I, 106 p.

SABATIER F. et ARNAUD-FASSETTA G., 1999, Les apports sableux du Petit Rhône au plages du golfe

Abréviations :
DPM : Domaine Public Maritime ; PAM : Port Autonome de Marseille ; CSMSE : Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est ; CIAM : Compagnie Industrielle Agricole du Midi ; PNRC : Parc Naturel Régional de Camargue ; RNC : Réserve Nationale de Camargue ; SNPN : Nationale Société de Protection de la Nature ; SMNLR : Service Maritime et de Navigation du Languedoc-Roussillon ; AOT : Autorisation Temporaire d'Occupation (du DPM).

de Beauduc, Approche diachronique et méthodologique, *Méditerranée* (sous presse).

SIAT (Société d'innovation pour l'aménagement touristique), 1998, *Schémas d'aménagement touristique de la plage de Piémanson et de Salin-de-Giraud – Arles, Rapport final (avril 1998)*, SIAT, Paris, 42 p. + annexes.

SNPN (Société Nationale de Protection de la Nature), 1994, *Compte-rendu scientifique 1994, rapport interne*, RNC, Arles, 97 p.

STELL T., 1975, *Saint Kilda, l'île hors du monde*, Edit. Peuples du Monde, Paris, 345 p.

SUANEZ S., 1997, *Dynamiques sédimentaires actuelles et récentes de la frange littorale orientale du delta du Rhône*, thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-Marseille I, 283 p.

SUANEZ, S. et PROVANSAL, M., 1993, Etude des modifications morphosédimentaires du littoral à l'embouchure du Rhône : plages de Piémanson et Napoléon, *Méditerrannée*, 3/4, p. 43-56.

SUANEZ, S. et SIMON, B., 1997, Utilisation de l'analyse diachronique dans l'étude de l'évolution du littoral du delta du Rhône (France, Sud-Est), *Photo-Interprétation*, 35, 3/4, p. 147-158.

SUANEZ S. et BRUZZI C., 1999, Shoreline management and its implications for the coastal processes on the eastern part of the Rhone delta. *Journal of Coastal Conservation*, 5, p. 1-12.

SUANEZ S., BRUZZI C., ARNOUX-CHIAVASSA S., 1998, Données récentes sur l'évolution des fonds marins dans le secteur oriental du delta du Rhône (plage Napoléon et flèche de la Gracieuse), *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 4, p. 291-312

TRIAT-LAVAL H., 1978, *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation de la basse vallée du Rhône*, thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, 344 p.

TURNER I.-L. et LEATHERMAN S.P., 1997, Beach dewatering as a "soft" engineering solution to coastal erosion. A history and critical review, *Journal of Coastal Research*, 13/4, p. 1050-1063.

VELLA C., 1999, *Perception et évaluation de la mobilité du littoral holocène sur la marge orientale du delta du Rhône*, thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-Marseille I, 225 p.

VERNIER E., 1972, *Recherche sur la dynamique sédimentaire du Golfe de Fos*, thèse de 3e cycle, Université d'Aix-Marseille I, 68 p.

VESTERBY H., 1994, Beach face dewatering – the European Experience. Alternative technologies in Beach Preservation, *Proceedings of the 1994 National Conference on Beach Preservation Technology*, p. 53-68.

adresse des auteurs :

Géolittomer-Brest - UMR 6554 du CNRS, Institut Universitaire Européen de la Mer,
Technopôle Brest-Iroise,
Université de Bretagne Occidentale,
Place Nicolas Copernic,
29280 Plouzané

CEREGE - UMR 6635 CNRS, Centre Européen de Recherche de l'Environnement, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, 13545 Aix-en-Provence Cedex 4