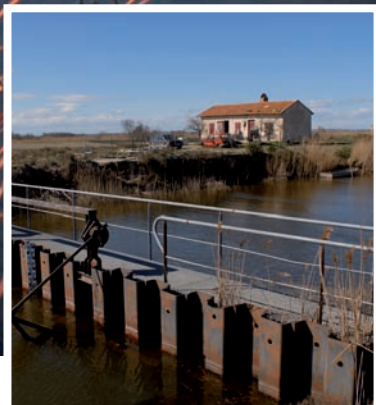


Contrat de delta

de Camargue



Etat des lieux
et diagnostic



INTRODUCTION	8
L'EAU EN CAMARGUE: UN FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ARTIFICIEL	10
■ Le fonctionnement hydrologique du delta	10
■ Des échanges limités entre la mer et les lagunes	12
■ Le bilan hydrique	13
> Les entrées d'eau	13
> Les sorties d'eau	13
■ Les inondations en Camargue	14
> Débits caractéristiques du Rhône	14
> Les crues du Rhône et les inondations en Camargue	14
> La gestion des inondations	17
UN LITTORAL VIVANT, MAIS FRAGILE	19
■ Un littoral artificialisé et en recul généralisé	19
> Un littoral menacé par l'érosion...	19
> ... et par la submersion marine	20
■ Les actions de lutte contre la submersion et l'érosion marine	22
> Les ouvrages « lourds » de protection existants	22
> Les techniques alternatives utilisées en complément	23
■ Vers un plan de gestion du littoral camarguais	24
> Une stratégie de gestion du trait de côte sur le territoire du Parc	25
> Prendre en considération la résilience côtière	26
> Un plan relatif au littoral sableux du golfe du Lion	27
DIAGNOSTIC DE LA QUALITE DES MASSES D'EAU DE LA CAMARGUE	28
■ les objectifs d'état qualitatif et quantitatif des masses d'eau concernées	28
■ Les réseaux de suivi existants : structure et évolution	30

■ Le Rhône	33
> Qualité générale	33
> Résultats 2009 dans le cadre du programme de surveillance de l'état de la qualité des eaux	35
> Estimation des flux apportés par le Rhône à la mer Méditerranée	36
■ Les lagunes et étangs	39
> Qualité physico-chimique	39
> Les nutriments	44
> Les pesticides	44
> Les métaux lourds	47
■ Les canaux	47
■ Les eaux souterraines	48
■ La mer	50
> Les eaux de baignade	50
> La qualité des eaux, des sédiments et de la matière vivante	51
LES MILIEUX NATURELS	52
■ Les différents milieux et leur évolution récente	52
> Quatre grands types de milieux	52
■ Les habitats et espèces de la faune en Camargue	53
■ Les différents statuts de protection et de conservation	56
> Les protections réglementaires	56
> Les espaces classés	57
> Les protections foncières	58
> Les gestionnaires des espaces protégés	59
> Natura 2000	60
> Les protections par labellisation et classement non réglementaires	60



GESTION DE L'EAU EN CAMARGUE ET DES USAGES QUI EN DEPENDENT	61
■ La gestion hydraulique interne au delta	61
> Le réseau de drainage	62
> Le réseau d'irrigation	63
> Les enjeux liés à la gestion hydraulique interne du delta	63
■ La gestion de l'eau dans les milieux naturels	64
> Alimentation artificielle des milieux naturels	65
> Cloisonnement des milieux aquatiques	66
> La qualité de l'eau	68
> Contrôle et gestion des espèces à dynamique envahissante	68
■ L'eau, l'agriculture et l'élevage	71
> L'agriculture en Camargue	71
> La gestion de l'eau d'irrigation : aspects quantitatifs et qualitatifs	72
> L'élevage extensif	73
■ L'exploitation du sel : un système hydraulique tourné vers la mer	73
■ La pêche et la chasse	74
> La pêche	74
> La chasse	74
■ L'alimentation en eau potable	74
> La commune d'Arles	75
> La commune des Saintes-Maries-de-la-Mer	75
> Les mas isolés	75
■ L'assainissement des eaux usées	75
> La commune d'Arles	76
> La commune des Saintes-Maries-de-la-Mer	79
■ Gestion intégrée de la zone côtière	82
> Le milieu marin	82

> La pêche maritime	83
> Le projet de réserve marine dans le golfe de Beauduc	84
■ Le tourisme et les activités de loisirs	86
> Les activités touristiques dans le delta	86
> Le tourisme littoral	86
> Tourisme durable et contrat de delta	87
■ La sensibilisation et l'éducation à la gestion de l'eau et de l'environnement	88
> Les objectifs	88
> L'offre dans le domaine de l'éducation et de la sensibilisation à l'eau et l'environnement	88
> Le rôle du contrat de delta dans l'amélioration de l'offre éducative	89
■ La recherche et l'acquisition des connaissances	89
> La Camargue, laboratoire naturel de la recherche scientifique	89
> Des centres d'intérêt de la recherche qui évoluent	91
■ La concertation autour de la gestion de l'eau en Camargue	91
> La Commission exécutive de l'Eau	92
> La commission « Gestion de l'eau et des milieux aquatiques du Parc de Camargue	94
> Le Comité de delta Camargue	94
ANNEXE :	
LES ARTICLES DE LA CHARTE DU PARC NATUREL DE CAMARGUE	96
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	100

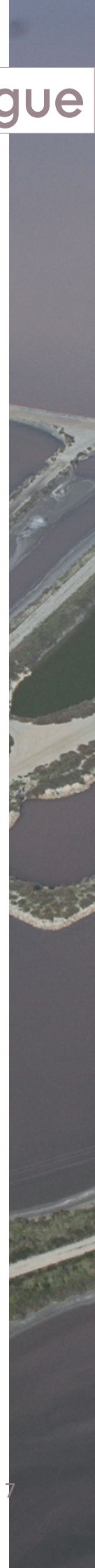
Liste des figures

Figure 1. Le fonctionnement hydrologique des eaux de surface dans le delta de Camargue (Source : A. Dervieux, 2005, VertigO, Vol. , n°3).	10
Figure 2. Représentation cartographique des zones inondées en Camargue par les crues de décembre 2003 (source PNRC, 2004)	16
Figure 3 : Les ouvrages du SYMADREM	18
Figure 4 : La dynamique littorale en Camargue	20
Figure 5 : Avancement des PPRI inondation - 2010 DDTM PACA	21
Figure 6 : Sectorisation des digues sur le littoral camarguais	22
Figure 7 : Les sous-bassins versants de la Camargue endiguée – PNRC	28
Figure 8. PCB : résultats poissons 2005-2009	38
Figure 9. PCB : résultats poissons 2005-2008	38
Figure 10. Type d'interdiction de la pêche en vue de la consommation en Camargue	38
Figure 11. Evolution schématisée des grandes tendances de la salinité de l'étang du Vaccarès depuis 1970 (source : R. Aufray, V. de Montéty et C.Perennou. 2007. Evolution de la Camargue : Hydrologie. Observatoire de la Camargue).	40
Figure 12. Evolution de la salinité mensuelle du système Vaccarès depuis janvier 1991 (source : SNPN Réserve Nationale de Camargue. Compte-rendu scientifique 2009/2010).	40
Figure 13. Salinité et stock de sel (millions de tonnes) du Vaccarès de 1947 à 1991 (d'après Heurteaux, 1994)	41
Figure 14. Evolution du stock de sel du système Vaccarès et du niveau du Vaccarès depuis janvier 1990 (source : SNPN Réserve nationale de Camargue. Compte-rendu scientifique 2009/2010).	42
Figure 15. Evolution des précipitations, salinité et niveau du Vaccarès (courbe du haut), du pH, de l'oxygène dissous et de la température (courbe du milieu) et du rédox (courbe du bas) de septembre 2008 à septembre 2009.	43
Figure 16. Localisation des stations de mesures des salinités et piézométries des nappes superficielle (cercles verts) et profonde (carré rouges) en Camargue (source : R. Aufray, V. de Montéty et C.Perennou. 2007. Evolution de la Camargue : Hydrologie. Observatoire de la Camargue).	49
Figure 17. Variation de la salinité de la nappe profonde en Camargue (source : ibid.)	49
Figure 18 : Localisation des eaux de baignade DDASS sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer	50
Figure 19 : Localisation des eaux de baignade DDASS sur la commune d'Arles	50

Figure 20. Evolution des surfaces drainées (ha) par les ASA en Camargue (Ile de Camargue + Petite Camargue) (source : Heurteaux, 1994 – île de Camargue – et Société Languedocienne de Géographie, 1980 Petite Camargue).	62
Figure 21. Evolution des surfaces irriguées (ha) par les réseaux collectifs en Camargue (source : PNRC, 2006 –Grande Camargue – et Société Languedocienne de Géographie, 1980 Petite Camargue).	63
Figure 22. Objectifs de niveaux du Vaccarès pour la gestion des milieux naturels confrontés aux souhaits des autres acteurs (source SNPN)	65
Figure 23. Emplacement du projet de réserve au sein du Parc naturel régional de Camargue (source PNRC : Une réserve marine pour le golfe de Beauduc. Avril 2010).	85

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des sous-bassins versants	11
Tableau 2. Débits caractéristiques du Rhône, à Beaucaire	14
Tableau 3. Objectifs des masses d’eaux superficielles	29
Tableau 4. Objectifs des masses d’eaux souterraines	30
Tableau 5. Synoptique des différents réseaux de mesures et de suivi de la qualité des eaux et des milieux en Camargue	32
Tableau 6. Le Grand Rhône au Pont de Trinquetaille (RNB n°06131550) : Résultats des paramètres physico-chimiques 2007	34
Tableau 7. Résultats des indicateurs mesurés sur les stations du RCS (réseaux de contrôle de Surveillance) et des RCO (Contrôles Opérationnels) sur les stations du Petit Rhône et du Grand Rhône à l’aval d’Arles.	35
Tableau 8. Situation du classement des zones conchylicoles en Camargue	51
Tableau 9. Evolution et intérêt patrimonial des habitats naturels en Camargue	55
Tableau 10. Réserves en Camargue	57
Tableau 11. Réserves départementales de chasse en Camargue	57
Tableau 12. Acquisitions par le Conservatoire du Littoral en Camargue	58
Tableau 13. Acquisitions par le Conseil Général des Bouches-du-Rhône en Camargue	59
Tableau 14. Désignation des sites Natura 2000 de la Camargue.	60
Tableau 15. Le bilan hydrique en Camargue	61



INTRODUCTION¹

En Camargue, l'eau est un lien majeur entre activités humaines et écosystèmes. Ressource économique, biologique et culturelle, l'eau focalise de forts enjeux dans le delta du Rhône. Sa gestion est au cœur de l'organisation du territoire. Ses différents usages divisent les acteurs locaux (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, saliniers, chasseurs, gestionnaires des espaces naturels, usagers et habitants de la Camargue) et entraînent de fortes tensions sociales.

A titre d'exemple, la riziculture, activité agricole dominante, se trouve en tête des réseaux hydrauliques depuis plus de 50 ans. Elle est responsable en amont de l'introduction d'importants volumes d'eau douce depuis le fleuve Rhône pendant la saison sèche et rend cette ressource disponible aux autres activités humaines : conservation de la nature, tourisme, élevage, chasse, pêche. Cette situation contribue à modifier les rythmes hydrologiques naturels autrefois marqués par le déficit hydrique estival propre aux régions méditerranéennes. Il en résulte une complexification du système. Elle entraîne des conflits entre usages dont la nature tourne autour de trois questions fondamentales :

- La qualité de l'eau : les besoins divergent en premier lieu sur la salinité : eau douce pour l'agriculture, saumâtres pour certains milieux naturels et zones humides, salée pour la saliculture.
- La saisonnalité des besoins : les plus gros consommateurs (riziculteurs et saliniers) ont des besoins d'eau au printemps et en été. Ils imposent une hydrologie du delta « inverse » de celle du régime naturel peu favorable par exemple à la conservation des espèces animales et végétales les plus originales. Par ailleurs la période des besoins de nombreux autres usagers est souvent spécifique et peu compatible.
- La quantité d'eau : il s'agit de la hauteur d'eau souhaitée dans le milieu pour l'exercice d'une activité (croissance du riz, pêche, chasse...).

Elle diffère d'une activité à l'autre entraînant la question de l'acceptabilité du niveau d'eau et de sa variation dans le temps et l'espace.

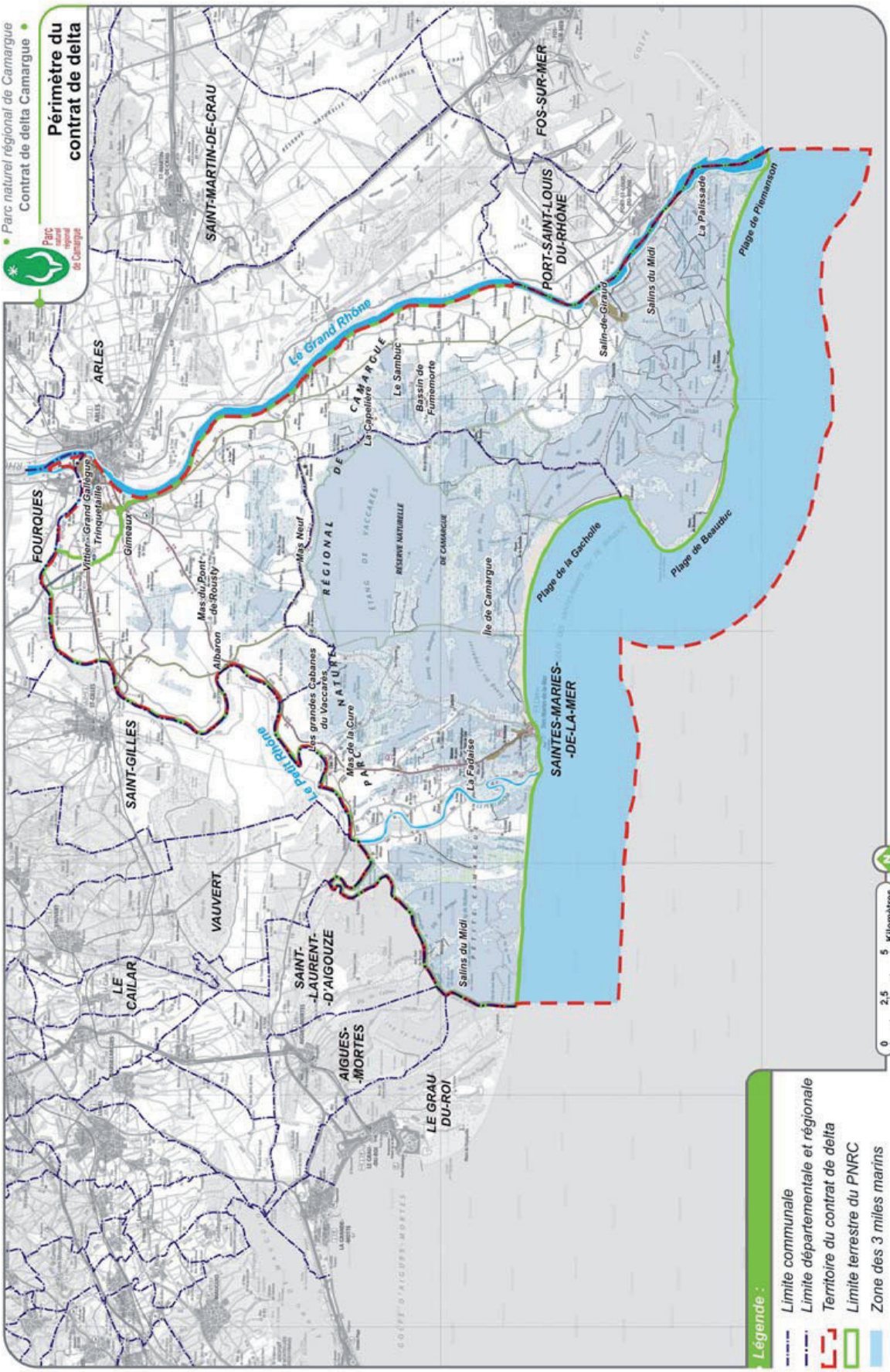
Les difficultés rencontrées par l'agriculture et les usages de l'eau nécessitent aujourd'hui la mise en place d'une gestion globale qui réponde également aux grands objectifs européens et nationaux en terme de développement durable. La conservation de la nature joue aujourd'hui un rôle majeur dans la gestion du territoire, mais les autres activités sont indispensables à la durabilité de son développement.

Le projet de **Contrat de delta Camargue** a pour objectif de mettre en place cette gestion globale et partagée de l'eau dans le respect mutuel des différents acteurs utilisateurs et le respect collectif des milieux naturels dont dépend une bonne part de l'économie du territoire (tourisme, élevage, chasse, pêche...). Ils sont par ailleurs indispensables au maintien de la diversité biologique du delta sur laquelle on peut s'interroger, compte tenu des changements hydrologiques survenus depuis un demi-siècle.

Ce projet, porté par le Parc naturel régional de Camargue et où se retrouvent tous les acteurs de l'eau, vise à améliorer de façon concertée la gestion actuelle de l'eau dans le souci de préserver la ressource, les milieux naturels et l'économie locale. Son avancement se heurte toutefois à des tensions fortes et parfois contradictoires entre enjeux politiques, héritage social et culturel, le besoin d'avancer vers une sécurisation du territoire face au risque d'inondation et une vision cohérente et partagée de la gestion de l'eau au regard des politiques territoriales et des politiques européennes.

Enfin, quelles que soient les conséquences de sa gestion sur les écosystèmes en termes de biodiversité, l'eau est aujourd'hui présente toute l'année en Camargue. Elle est devenue une composante du paysage pour l'ensemble des acteurs.

¹ Source = Dervieux A. La difficile gestion globale de l'eau en Camargue (France) : le Contrat de delta. Décembre 2005, VertigO, Vol. , n°3.



L'EAU EN CAMARGUE : UN FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ARTIFICIEL

■ Le fonctionnement hydrologique du delta

Le fonctionnement hydrologique du delta a été bouleversé par le système hydraulique actuel constitué d'un système très dense de réseaux de digues, de canaux d'irrigation et de drainage mis en place à la suite du développement de la viticulture à la fin du XIX^{ème} siècle et remplacée par la riziculture après la Seconde Guerre mondiale.

À l'intérieur du delta, ensermé entre les digues du Grand et du Petit Rhône, un ensemble important d'endiguements de dimensions variables assure la maîtrise de l'eau. Les réseaux de canaux s'étalent sur 585 km² de territoire aménagé. Six bassins d'assainissement principaux sont distingués, subdivisés en sous-bassins gérés collectivement par des associations syndicales obligatoires d'exploitants agricoles, les ASA.

On ne peut comprendre et analyser les processus qui conduisent à un projet de gestion globale de l'eau en Camargue, sans broser son fonctionnement hydrologique.

Soumise pendant des siècles aux caprices du Rhône qui y creusait de multiples méandres au gré de ses crues fertilisantes, et de la Méditerranée qui submergeait quelques marais et stérilisait les sols, la Camargue a subi, au cours de la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, d'importantes transformations qui lui donnent son aspect actuel.

Le système hydrologique de la Camargue est aujourd'hui totalement artificiel. Depuis 1875, le fonctionnement hydraulique est celui d'un « polder » sous la dépendance de l'homme qui a procédé à l'endiguement des deux bras du Rhône pour en atténuer l'effet des crues et construit la digue à la mer pour protéger les étangs lagunaires des intrusions des eaux marines.

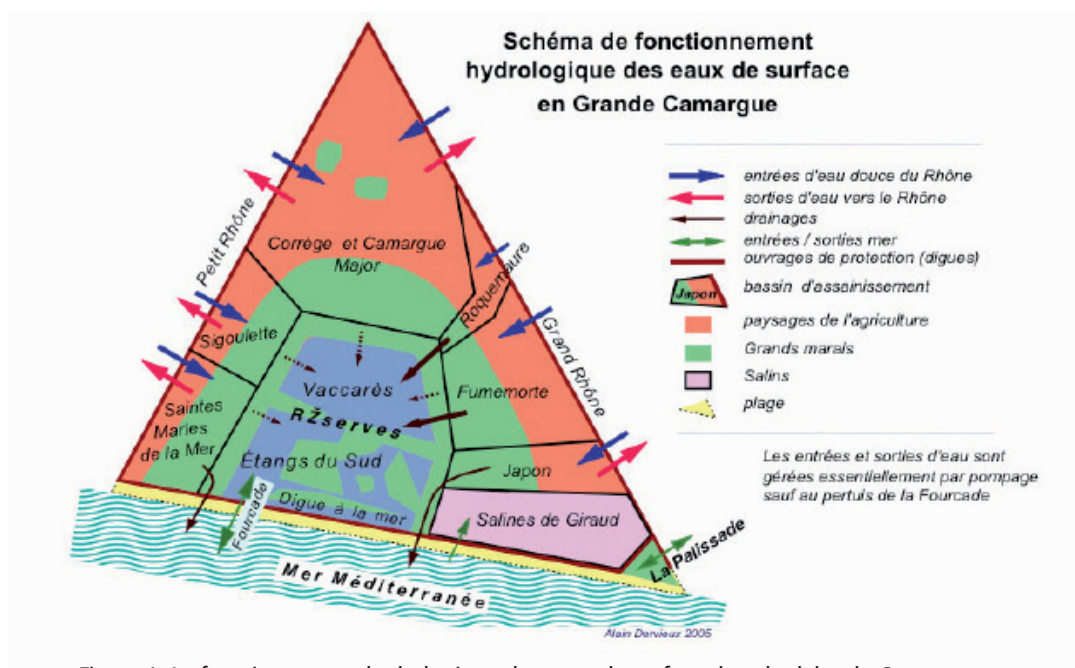


Figure 1. Le fonctionnement hydrologique des eaux de surface dans le delta de Camargue (Source : A. Dervieux, 2005, VertigO, Vol. , n°3).

Avec l'endiguement intégral du Rhône, le delta fut protégé des inondations mais du même coup, se trouva privé des apports d'eau douce qui compensaient le déficit hydrique naturel et permettaient de maintenir la nappe salée en profondeur. La Camargue s'est alors dotée d'un important système de canaux d'irrigation pour rendre possible et développer son agriculture : c'est d'abord la viticulture qui se développe puis la riziculture. Mais les volumes d'eau introduits pour la riziculture, puis drainés vers l'étang du Vaccarès augmentaient sensiblement le niveau de celui-ci. Les digues freinant l'évacuation de l'eau, cette situation entraînait une baisse d'efficacité du drainage des terres et était source de conflits entre les différents usagers.

En 1953, le Vaccarès atteignit des niveaux record mettant la Camargue au bord de l'inondation. Il fut alors décidé, avec l'aide du plan Marshall, de diriger les eaux du réseau de drainage, non plus vers l'étang du Vaccarès mais vers le Rhône par repompage. Le nouveau réseau entra en service en 1955 mais restera incomplet.

La surface comprise entre les digues du Rhône et la mer est subdivisée en six bassins où s'est développée l'agriculture, et notamment la riziculture, grâce à un réseau d'irrigation par pompage dans le Rhône et de drainage aboutissant en partie dans le Vaccarès².

Certains de ces bassins - sauf Fumemorte - sont poldérisés et ne rejettent pratiquement plus dans le Vaccarès. Les eaux de drainage des terres sont, pour les deux tiers de leur volume, refoulées dans le Rhône. Le Vaccarès en reçoit annuellement environ 80 millions de mètres cubes.

Par ailleurs l'exploitation des salins est conditionnée par le pompage d'importantes quantités d'eau de mer.

Tableau 1 : Caractéristiques des sous-bassins versants

N°	Nom	Surface (ha)	Exutoire
1	Salins des Saintes	4 065	Aucun (marais salants)
2	Petite Camargue Saintoise	4 140	Etangs puis mer par gravité
3	Saintes-Maries	6 008	Pompage vers le Petit Rhône et vers la mer
4	Sigoulette	3 890	Pompage vers le petit Rhône
5	Corrège Major	17 342	Pompage vers le grand et le petit Rhône
6	6.1 - Fumemorte 6.3 - Roquemaure 6.4 - Vaccarès	27 231	Mer par gravité via le pertuis de la digue
7	Japon	5 501	Pompage mer et grand Rhône
8	Salin-de-Giraud	12 428	Aucun (marais salants)
9	La Palissade	1 074	Rhône et mer par gravité

² La description des réseaux d'irrigation et de drainage est donnée dans le chapitre 6.1.

■ Des échanges limités entre la mer et les lagunes

En Camargue, les communications avec la mer du système lagunaire du Vaccarès et des étangs périphériques, d'une superficie de plus de 16 000 ha, ne sont plus naturelles. Isolant ces étangs de la mer, la digue à la mer protège le littoral des entrées de la mer par les tempêtes entre les deux Rhône. Construite entre 1857 et 1859, elle est équipée de trois pertuis : la Fourcade, fonctionnel en permanence ; la Comtesse partiellement réhabilité et Rousty en partie opérationnel.

La Camargue présente en son cœur un immense complexe lagunaire d'une superficie de plus de 16 000 ha. La dépression centrale, l'étang du Vaccarès, représente à lui seul une surface de 6 400 ha. Au sud, il est prolongé par de nombreux étangs qui communiquent entre eux au moins de manière temporaire. L'ensemble de ces étangs forme un milieu à la richesse naturelle exceptionnelle qui bénéficie de nombreux statuts de protection. Historiquement, ce vaste complexe lagunaire était en communication avec la mer par l'intermédiaire de graus, passes étroites à travers le cordon dunaire littoral. Les échanges d'eau pouvaient s'effectuer dans les deux sens : en période de tempête marine, la mer entrainait dans les étangs, en période pluvieuse, les étangs pouvaient s'écouler vers la mer.

Avec des échanges d'eau salée ou saumâtre seulement soumis aux conditions hydrologiques naturelles, les niveaux et salinités des étangs étaient sujets à de fréquentes variations à caractère aléatoire, selon la variabilité naturelle.

Outre les transferts d'eau et de sel entre la mer et les étangs, les graus sont les lieux d'échanges biologiques fondamentaux pour le fonctionnement écologique du système. Ainsi, les lagunes où la productivité biologique est très importante, constituent des aires de grossissement pour de nombreuses espèces marines.

Plusieurs espèces de poissons dont les anguilles, pénètrent au stade d'alevin dans les étangs, y grossissent, puis repartent en mer pour se reproduire. Le cycle biologique de certaines crevettes présente également une phase marine et une phase lagunaire. Les graus sont les seuls passages qui permettent ces flux biologiques.

Aujourd'hui, les communications du système lagunaire avec la mer ne sont plus naturelles. La digue à la mer, construite à la fin du XIX^{ème} siècle pour empêcher les intrusions de la mer dans le delta, s'étend de l'embouchure du Petit Rhône à celle du Grand Rhône. Isolant les étangs, cette digue a conservé des possibilités d'échanges contrôlés entre les deux milieux.

Ainsi, en lieu et place des anciens graus, la digue a été équipée d'ouvrages hydrauliques : les pertuis. Ils sont équipés de vannes qui permettent le contrôle des communications entre la mer et les étangs.

Actuellement, trois pertuis sont manœuvrables :

- la Fourcade (13 vannes) mettant en relation l'étang des Impériaux avec la mer,
- Rousty (5 vannes) dont le fonctionnement est partiel. Sa relation avec la mer est indirecte par le biais d'un canal à sec en été. Il n'est utilisé qu'à titre exceptionnel pour évacuer les eaux de crues du delta.
- la Comtesse partiellement réhabilité.



Photo n°1 : Pertuis de Rousty

Les pertuis de Rousty et de La Fourcade sont gérés et manœuvrés par les agents de la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer et le pertuis de la Comtesse par la Réserve naturelle de Camargue. Leurs manœuvres sont réalisées en lien avec la CEDE.

■ LE BILAN HYDRIQUE

L'île de Camargue, enserrée par les deux bras du Rhône et isolée par son système de digues, peut être considérée comme une unité hydrologique homogène au fonctionnement autonome. On peut alors tenter de quantifier les entrées et sorties d'eau du système au pas de temps annuel, à l'exclusion de la partie occupée par les salins qui constitue un compartiment étanche et autonome au fonctionnement spécifique.

> Les entrées d'eau

Les entrées quantifiables sont les suivantes :

- La pluviométrie représente en moyenne 600 mm par an soit un volume de 360 Mm³.
- Les entrées d'eau du Rhône pour l'irrigation estimées en fonction des relevés des compteurs des pompes,

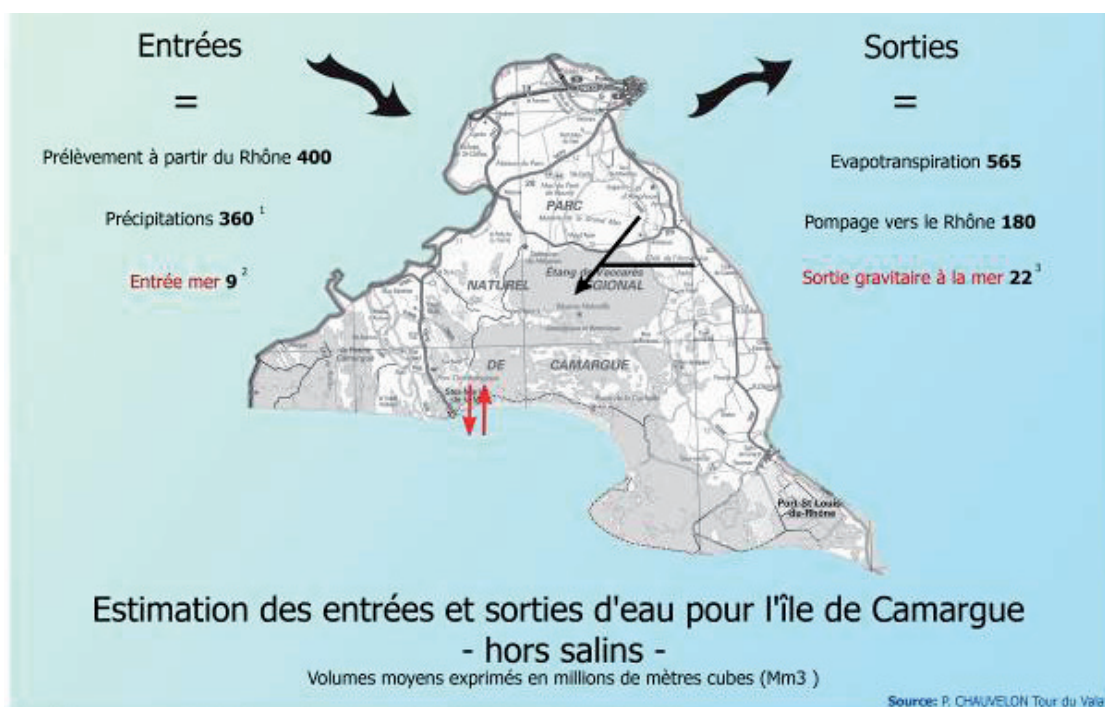
correspondent à un volume moyen annuel de 400 Mm³, soit un apport équivalent aux entrées naturelles moyennes par précipitation. L'irrigation est intimement liée aux pratiques culturales sur le delta.

- Les entrées d'eau de mer sont contrôlées au pertuis de la Fourcade. Elles dépendent fortement des conditions de niveau mer / étang rencontrées au cours de l'année. En moyenne, on peut estimer à 9 Mm³ le volume d'eau de mer qui entre dans le système par le pertuis de la Fourcade.

> Les sorties d'eau

Les sorties d'eau quantifiables sont représentées sur le schéma suivant.

- L'évapotranspiration est estimée à 600 Mm³ par an.
- Les rejets effectués par les stations de drainage évacuent l'eau des canaux vers le Rhône ou la mer. Le relevé des compteurs des installations de pompage donne une moyenne de 180 Mm³ par an rejetés hors du delta.
- Les sorties d'eau des étangs centraux vers la mer sont contrôlées au pertuis de la Fourcade. En moyenne, 22 Mm³ sont évacués à la mer par le pertuis chaque année.



¹ valeur moyenne entre 1963 et 2006 avec des valeurs maximale de 611 Mm³ et minimale de 147 Mm³

² valeur moyenne entre 1994 et 2006 avec des valeurs maximale de 28 Mm³ et minimale de 1 Mm³

³ valeur moyenne entre 1994 et 2006 avec des valeurs maximale de 57 Mm³ et minimale de 4 Mm³

En Camargue, le bilan hydrique naturel est globalement négatif par l'action conjuguée d'un net déficit pluviométrique en fin de printemps et en été et d'une évaporation active, correspondant à une lame d'eau moyenne de l'ordre du mètre annuel.

Le contraste est net entre la période culturale, de mai à fin septembre, et le reste de l'année le plus souvent excédentaire - sept années sur dix en moyenne -. Quelquefois le déficit ou l'excédent hydrique sont si forts qu'ils compromettent la richesse écologique et économique du delta. Les apports d'eau de drainage, ou à l'inverse, les repompages d'assainissement au Rhône, sont donc indispensables pour « corriger » les excès du climat, évitant un dessèchement trop poussé ou au contraire une inondation généralisée par débordement des étangs.

■ LES INONDATIONS EN CAMARGUE

La Camargue est particulièrement exposée aux crues du Rhône du fait de sa topographie très plate et peu élevée et du régime hydrologique pluvial méditerranéen sur la partie aval de ce fleuve. Les épisodes pluvieux se produisent généralement entre les mois de septembre et de novembre. Les tempêtes marines à cette époque de l'année peuvent aggraver le niveau des eaux. Les grandes crues historiques ont entraîné des inondations désastreuses qui ont motivé l'endiguement complet de la Camargue. Le réseau d'évacuation des eaux vers la mer est très complexe et les eaux stagnent longtemps avant de s'évacuer, ce qui accroît le coût des dommages.

Certaines crues récentes ont provoqué la rupture des digues en de nombreux endroits, essentiellement sur le Petit Rhône. Au regard de la stratégie de prévention des inondations, le volet « inondation » du Plan Rhône 2007 - 2012 définit un schéma de gestion des inondations du Rhône aval intéressant le territoire camarguais.

> Débits caractéristiques du Rhône

Au niveau d'Arles, le Rhône se divise en deux bras, le grand Rhône à l'Est et le petit Rhône à l'Ouest créant de ce fait l'île de Camargue. Le fleuve a alors parcouru 780 km et drainé un bassin de 95 500 km². Les débits caractéristiques du Rhône à Beaucaire, c'est-à-dire avant la séparation en deux bras, sont donnés dans le tableau 2.

Tableau 2. Débits caractéristiques du Rhône, à Beaucaire

	VCN10 (débit moyen minimal sur 10 jours)	Module	Q10 (débit de crue décennale)	Q100 (débit de crue centennale)	Q1000 (débit de crue millénaire)
Débits en m ³ /s	650		8 400	11 300	14 160

Après la déflue, ce débit se répartit en seulement 10 % environ dans le petit Rhône et 90 % dans le grand Rhône. Globalement les débits du Rhône, même en étiage sont très importants et représentent une ressource en eau douce stable pour la Camargue.

> Les crues du Rhône et les inondations en Camargue

La formation des crues sur le Rhône est très variable. Elle est fonction de la pluviométrie sur l'ensemble du bassin versant et des crues des différents affluents : Saône, Isère, Ardèche, Durance, Gard... Selon l'origine de leur formation, les crues peuvent alors être classées en crues océaniques, cévenoles, méditerranéennes ou généralisées (les plus fortes). Situé à l'exutoire du bassin, le delta du Rhône est soumis à tous ces types de crue.

Historiquement, le fleuve apparaît à la fois comme une richesse, qui apporte limons

fertiles et eau douce, et un fléau dévastateur à l'occasion des crues. De tout temps, des digues furent construites pour se protéger des inondations.

Les grandes crues de 1840 et 1856, qui ont entraîné des inondations désastreuses, ont motivé l'endiguement complet de la Camargue. Les digues du Rhône sont alors surélevées pour répondre à la lutte contre les crues et la digue à la mer est construite.

Crues du Rhône et aménagement de la Camargue. Quelques dates historiques.

1840 : crue historique (13 000 m³/s),

1850 : l'endiguement de la mer et des deux bras du Rhône au milieu du XIX^{ème} siècle marque le début de la maîtrise hydraulique de la Camargue.

1856 : crue historique (12 500 m³/s)

1900 : les Salins du Midi mettent en place un système de pompage de l'eau de mer pour alimenter leurs bassins de préconcentration

1945 : l'important développement des surfaces rizicoles nécessite des apports en eau douce considérables à la fois pour leur inondation et le dessalement des sols.

1955 : les pluies exceptionnelles ont une incidence catastrophique sur les récoltes. Elles mettent en exergue la nécessité de créer un système de drainage en sus du système de pompage.

Octobre 1993 et janvier 1994 : inondations successives du delta à la suite de la rupture des digues du Petit Rhône.

Novembre 2002 : crue généralisée du Rhône (débit maximal à Beaucaire de 9 420 m³/s) occasionnant des dégâts dans les digues du Petit Rhône.

Décembre 2003 : crue de 13 000 m³/s, débit supérieur à la crue historique de 1856. Même si cette crue n'a pas touché l'île de Camargue, au total plus de trois milliards de mètres cubes d'eau se sont écoulés au droit de Beaucaire entre le 1^{er} et le 4 décembre 2003.

Le niveau de sécurité apporté par les digues est très hétérogène. On estime qu'au-delà de la crue cinquantennale, la probabilité de formation de brèches est certaine.

Le débit de la crue n'est pas le seul facteur à prendre en compte pour apprécier le risque de submersion des digues. En effet, la ligne d'eau du Rhône est sous l'influence de la mer. En période de tempête maritime, le niveau de la mer peut s'élever de plus d'un mètre, et entraîner un exhaussement général de la ligne d'eau du Rhône, sensible sur plusieurs kilomètres en amont. Ainsi pour un débit de crue donné, le niveau dans le Rhône n'est pas défini, il est également dépendant du niveau marin. La concomitance d'une surcote marine avec la crue est un facteur aggravant fondamental vis-à-vis du risque de submersion ou de rupture des digues du Rhône.

Le système des digues n'a pas connu de défaillance pendant près de 150 ans. Mettant un terme à cette période, les crues d'octobre 1993 (8 950 m³/s, période de retour de 25 ans) et de janvier 1994 (~10 250 m³/s, période de retour de 70 ans) ont provoqué la rupture des digues en de nombreux endroits, essentiellement sur le Petit Rhône.

Les crues citées précédemment rappellent de manière brutale que la Camargue constitue une vaste plaine d'inondation naturelle que l'on ne pourra protéger définitivement des risques dus aux crues du fleuve. En 2003, un volume de 130 Mm³ d'eau chargée de limons a pénétré à l'intérieur du delta. La Camargue du nord s'est alors transformée en vaste bassin de rétention qui s'est écoulé lentement vers les dépressions centrales du delta.

Les hauteurs de submersion sont restées modérées, de l'ordre de 0,50 m, et les vitesses d'écoulement faibles sauf au droit des brèches et dans les canaux de drainage. Le colmatage des brèches et l'évacuation des eaux piégées à l'intérieur du delta endigué a nécessité plusieurs semaines d'efforts.

Fin novembre 2002, pendant deux semaines, une crue généralisée du Rhône a mis en alerte la Camargue avec un débit maximal du Rhône à Beaucaire de 9 420 m³/s.

Cet événement a occasionné des dégâts dans les digues du Petit Rhône (affaissements, fissures...) nécessitant une quarantaine d'interventions. En rive droite du Petit Rhône, la digue a été submergée au niveau de Pin Fourcat. Egalement en rive droite, côté Gard, une brèche s'est ouverte à hauteur de Saint-Gilles.

En décembre 2003, la crue du Rhône atteint 13 000 m³/s, soit un débit supérieur à la crue historique de 1856. Même si cette crue n'a pas touché l'île de Camargue, c'est au total plus de trois milliards de mètres cubes d'eau qui se sont écoulés au droit de Beaucaire entre le 1er et le 4 décembre 2003 (voir carte et encadré de la page suivante).

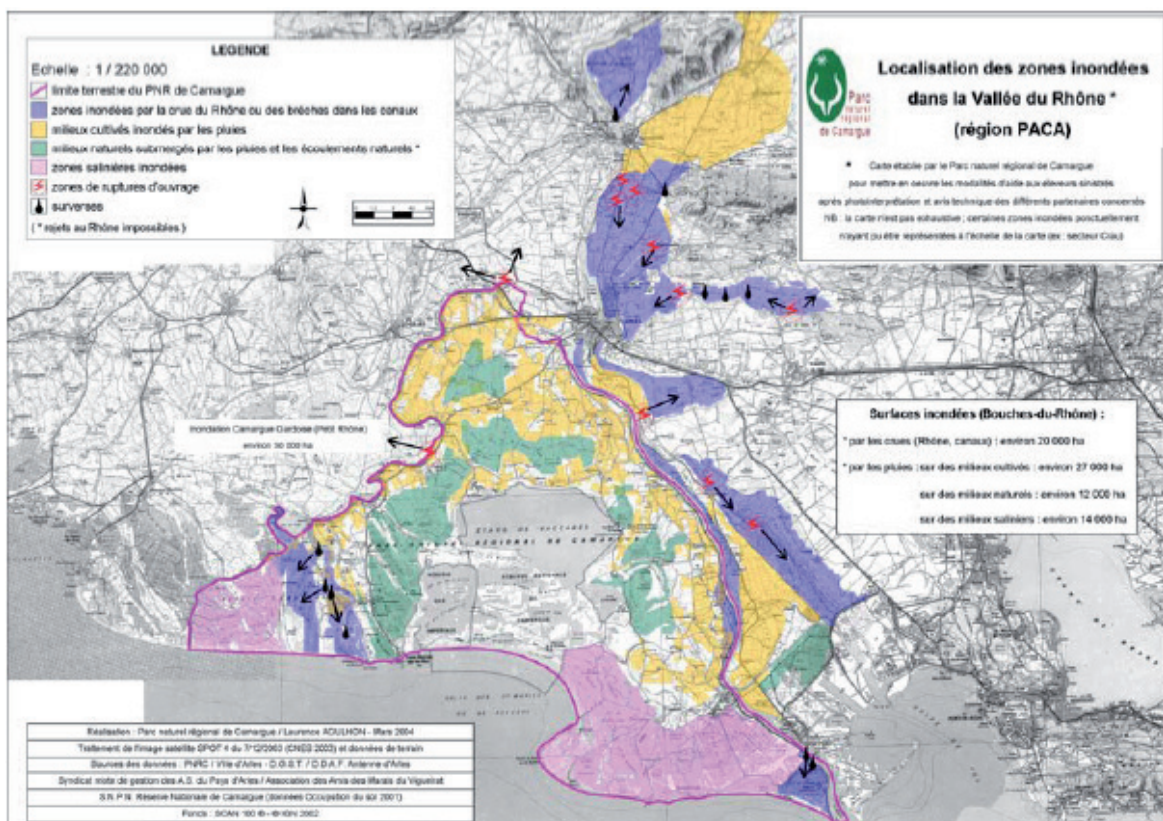
Au regard des risques d'inondation, la Camargue peut donc se définir comme une plaine d'inondation deltaïque entièrement protégée par un endiguement. Ce système de protection est hétérogène. Malgré sa présence, le risque d'inondation du delta par submersion des digues ou formation de brèches demeure. Ce risque est fonction de l'ampleur de la crue et de l'aléa maritime.

Figure 2. Représentation cartographique des zones inondées en Camargue par les crues de décembre 2003 (source PNRC, 2004)

Le mécanisme hydraulique des crues de décembre 2003

Les fortes pluies sur le bassin du Rhône ont provoqué d'une part une crue exceptionnelle du fleuve plus que centennale, - débit de pointe estimé à plus de 13 000 m³/s - et d'autre part, une saturation totale des réseaux hydrauliques locaux. Des brèches et des surverses ont été constatées sur les ouvrages de protection du Rhône et des canaux. Dans les zones naturelles, agricoles et urbaines, inondées, il est parfois difficile de distinguer les origines des masses d'eau, celles provenant du Rhône et celles issues du ruissellement.

En Camargue, le Petit Rhône a déversé du côté de la petite Camargue saintoise et submergé 2 500 ha autour de Pin Fourcat et des étangs des Fourneaux, du Cabri et d'Icard. Le Grand Rhône a quant à lui inondé les 900 ha du domaine de la Palissade. L'île de Camargue a été épargnée des eaux du Rhône mais pas des inondations. En effet la cote du Petit Rhône était trop haute pour que les stations de repompage puissent fonctionner. De ce fait, les précipitations ont submergé tous les marais (11 000 ha) mais aussi certains milieux cultivés camarguais (23 000 ha) empêchant ainsi le pâturage des animaux.



> La gestion des inondations

Les crues de 1993, 1994 et 2003 ont mis en lumière les limites des aménagements actuels en amont et en aval de Beaucaire. Entre Beaucaire et Arles, la capacité des ouvrages de protection est proche de la crue centennale sans revanche. Les risques de rupture sont majeurs.

La capacité du Grand Rhône à la traversée de la zone agglomérée d'Arles est supérieure à celle actuellement existante sur le tronçon Beaucaire - Arles. La capacité actuelle du Petit Rhône ne permet pas de faire transiter la crue centennale sur l'ensemble de son cours. Les risques de brèches sont aussi importants et concernent des zones agglomérées comme Fourques, Bellegarde, Saint-Gilles, Aigues-Mortes ainsi que la frange sud du faubourg de Trinquetaille, Albaron (par retour d'eau), Saliers et Gimeaux.

Face à ce diagnostic, et au regard de la stratégie de prévention des inondations, le volet « inondation » du Plan Rhône 2007 - 2013 définit un schéma de gestion des inondations du Rhône aval dont les objectifs sont de deux ordres :

- Assurer un niveau de protection cohérent compte tenu des enjeux relatifs pour les endiguements du Rhône et ses défluences,
- Minimiser les dommages en cas de crues exceptionnelles.

Le Petit Rhône

La notion de « décorsetage » du Petit Rhône a fait son chemin depuis la crue de 2003, consistant à reculer les digues et non les doubler. Un décorsetage majeur ne se justifie pas sur un simple plan hydraulique. Un décorsetage limité est considéré comme une solution prometteuse. Des études d'avant-projet sont conduites dans ce sens par le SYMADREM depuis le début de l'année 2009.

Le Grand Rhône

Les digues du Grand Rhône, excepté quelques tronçons récemment renforcés restent fragiles

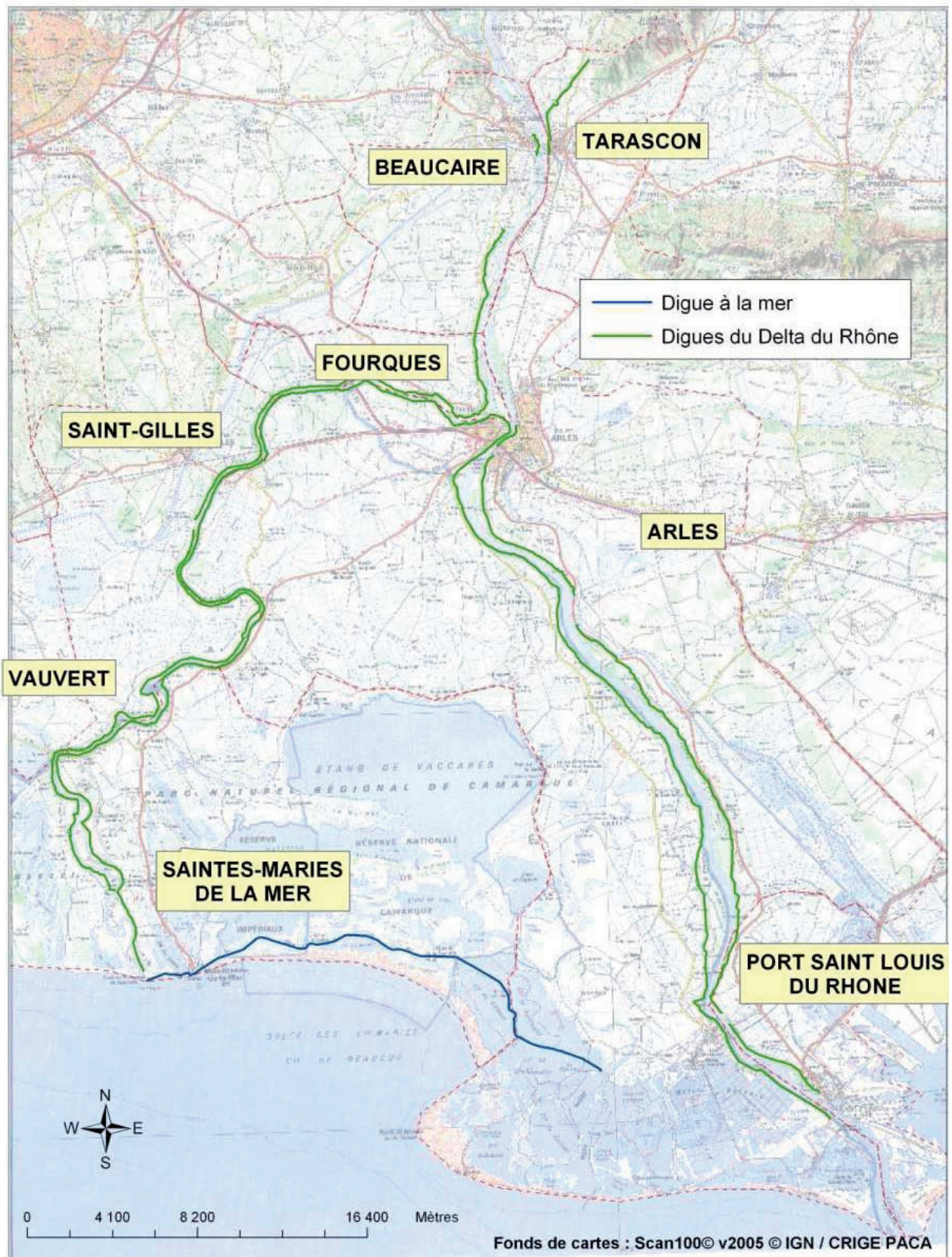
même si les risques de surverse sont limités par la notion de débit capable à Arles. La digue est menacée en plusieurs points par une érosion en pied et de nombreux départs de brèches par érosion interne. Un programme de confortement des digues d'Arles est engagé par le SYMADREM qui a défini une hiérarchisation des interventions. Au total les besoins en renforcement concernent 64 km de digues dont un linéaire de 36 km en rive droite et 28 km en rive gauche.

La programmation en quatre tranches des actions prévues à l'aval de Beaucaire est établie sur la base des réflexions et critères suivants :

- La sécurisation contre les risques de brèches doit commencer en amont, la priorité étant la sécurisation des digues entre Beaucaire et Arles,
- Les secteurs à traiter en priorité sont les plus sensibles sur l'ensemble du linéaire : quais d'Arles, section basse de la rive droite du Petit Rhône à l'amont de Saint-Gilles, protection du village de Salin-de-Giraud,
- En parallèle, les digues de protection rapprochée seront réalisées de manière à apporter rapidement une première protection,
- L'amélioration du ressuyage des crues est une priorité pour tous les acteurs,
- Les confortements de digues du Petit et du Grand Rhône seront réalisés sur les quatre tranches prévues.

Le volet inondation mis en œuvre en aval de Beaucaire, se monte en investissements prévu sur la période 2007 - 2013 à 182 millions d'euros (pour un montant total du volet inondation de 310 millions d'euros), dont 90 % des investissements seront réalisés par le SYMADREM.

Figure 3 : Les ouvrages du SYMADREM



UN LITTORAL VIVANT, MAIS FRAGILE

■ UN LITTORAL ARTIFICIALISÉ ET EN REcul GÉNÉRALISÉ

L'endiguement du fleuve ne permet pas à la plaine deltaïque de se défendre contre la montée du niveau marin. La réduction des apports sédimentaires et la fixation des embouchures limitent l'alimentation sableuse des plages. Le recul inégal mais rapide du trait de côte est dû à l'épuisement des stocks sableux et à des dynamiques marines de plus en plus agressives. Les aménagements actuels aggravent souvent cette situation.

> Un littoral menacé par l'érosion...

La Camargue peut être considérée comme une « île » qui s'est développée à l'abri des protections contre les inondations du Rhône et de la mer construites à partir du milieu du XIX^{ème} siècle. Cet ensemble de digues fluviales et maritimes a donné une illusion de protection que les plus récentes des grandes crues du Rhône (1993, 1994, 2002, 2003) ont contredite, rappelant les menaces venues du fleuve.

L'apport de sédiments sableux qui a permis la constitution et l'entretien du littoral camarguais est fluvial, le Rhône en étant la principale source. Cet apport recharge le littoral en matériaux et permet son accrétion, mais il est en forte décroissance : il y a plus d'un siècle, il représentait environ 30 millions de tonnes par an alors qu'il n'atteint plus aujourd'hui que 8 à 10 millions de tonnes. Les aménagements des fleuves ont en effet considérablement réduit les apports en sédiments, apports également réduits par le reboisement des massifs montagneux d'origine de ces cours d'eau.

En outre, 70 % de ce littoral sont artificialisés par des ouvrages de protection à l'Ouest des Saintes-Maries-de-la-Mer et seulement 40 % à l'Est. Si ces ouvrages de protection ont un impact positif local (accrétion), leur impact négatif (érosion) est le plus souvent réparti sur des distances parfois importantes. C'est ainsi que, depuis cent cinquante ans, ce littoral est en recul, sauf sur des zones

très limitées. Même artificialisé, il n'en reste pas moins fonctionnel et garde des capacités d'évolution au niveau des cellules sédimentaires dont il est constitué.

Evolution historique du trait de côte

Les plages du delta du Rhône montrent les plus fortes évolutions en terme de variations des profils de plage ou de mobilité du rivage par rapport au reste du golfe du Lion. La figure 4 présente les tendances évolutives du trait de côte camarguais en distinguant les secteurs en érosion, en accrétion et en transition entre 1970 et 2004 (O. Samat, 2004)*.

Les secteurs en accrétion

Les flèches sableuses de l'Espiguette, de Beauduc ainsi que le fond du golfe de Beauduc sont des zones en accrétion (engraissement des plages, en vert sur la carte). Ces zones présentent des plages larges, supérieures à 200 m, en pente faible. Le cordon dunaire y est généralement bien développé et mesure 3 à 5 m de haut. L'évolution surfacique montre un important gain sédimentaire sur ces trois zones et une avancée rapide du rivage. La flèche de la Gracieuse, partie Est du Grand Rhône, est également un secteur en accrétion.

Les secteurs en érosion

Les secteurs des salins d'Aigues-Mortes et du Grand Radeau à l'Ouest du Petit Rhône, des Saintes-Maries-de-la-Mer (village et plage Est) et des salins de Salin-de-Giraud (littoral de Faraman) se montrent particulièrement sensibles à l'érosion. Les plages y sont étroites, constituées de sable très fin et la profondeur de fermeture se situe autour de - 8 m. L'érosion sous-marine est forte sur les secteurs du phare de Beauduc et de Petite Camargue et modeste au niveau du Grau de la Dent. Sur l'ensemble de ces secteurs, le recul du rivage s'est accentué après 1977.

Les secteurs en transition

Des secteurs en transition se trouvent au niveau de la partie Est de la Réserve nationale et de la plage de Piémanson. Le secteur de Piémanson oscille entre stabilité et accumulation tant au niveau des profils de plage que de la ligne de rivage. Les plages y sont relativement larges.

*O. Samat, 2007. Efficacité et impact des ouvrages en enrochement sur les plages microtidales. Le cas du Languedoc et du delta du Rhône. Thèse.

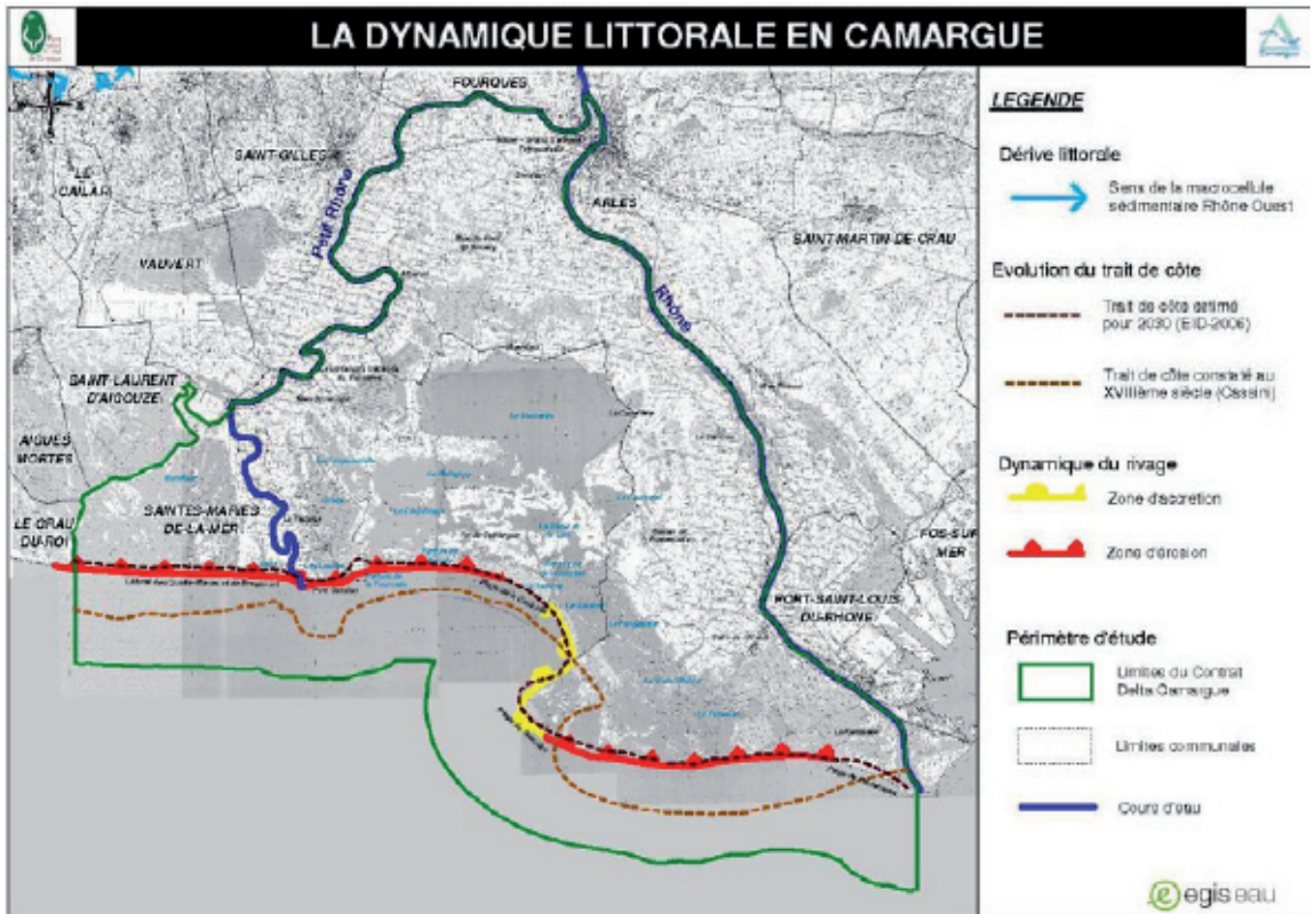


Figure 4 : La dynamique littorale en Camargue

> et par la submersion marine³

Le littoral est vulnérable par rapport à l'érosion côtière mais également à la submersion marine, qui constituent deux aléas très différents. En effet, si l'érosion est un phénomène permanent que l'on peut gérer, la submersion est un phénomène soudain, redevable de mesures de prévention ou d'ouvrages de protection.

Dans le Golfe du Lion, la submersion est essentiellement d'origine météorologique. Elle se manifeste lors des tempêtes caractérisées par de basses pressions, de forts vents de mer et des vagues importantes. On parle alors de marée de tempête. En Camargue, la mémoire garde le souvenir des submersions liées aux tempêtes de janvier 1978, novembre 1982,

³ Pour un plan de gestion du littoral camarguais. Rapport de mission par Roland CHASSAIN, Maire des Saintes-Maries-de-la-Mer. Août 2010

décembre 1997 et novembre 2002. Ce n'est donc pas un phénomène rare. Il peut conduire à des niveaux extrêmes importants.

Au pertuis de la Fourcade, par exemple, on a observé 1,36 m NGF le 7 novembre 1982 et 1,45 m NGF le 18 décembre 1997, sans compter une observation à 1,90 m NGF notée le 26 décembre 1870 au Grau-de-la-Dent, dont la référence altimétrique est peu connue.

La marée de tempête n'est pas un phénomène rare sur le littoral camarguais. La bande côtière et les territoires en arrière du cordon littoral sont donc très vulnérables à la submersion marine. Un coup de vent de mer non exceptionnel peut créer une surélévation non négligeable. Cette vulnérabilité est par ailleurs susceptible de s'aggraver dans les décennies à venir, eu égard à la montée du niveau de la mer, conséquence parmi les mieux attestées du réchauffement climatique.

Le risque d'inondation par submersion impose donc d'une part de protéger certaines zones

et, d'autre part de gérer l'évolution générale du littoral par des dispositifs adaptés aux caractéristiques de l'environnement du littoral. Dans ce but, les digues et le cordon dunaire sont des dispositifs à usages principaux de protection, tandis que les épis, brise-lames, rechargements en sable des plages, sont des dispositifs de stabilisation du trait de côte qui, s'ils sont bien utilisés, contribuent également à la protection. A ce titre, la Camargue a été le lieu d'expérimentation de la quasi-totalité des techniques de gestion du trait de côte et de protection contre la mer.

La cartographie de la figure 5 précise l'état d'avancement réglementaire pour les PPRI sur la région PACA. Les inondations regroupent notamment les inondations par submersion de zones littorales (ou lacustres) liées à la présence de facteurs anormaux (fortes marées, marées de tempête, raz-de-marée). Seule la commune d'Arles fait l'objet d'un Plan de Prévention du Risque Inondation de ce type prescrit le 21 juin 2000 (crue, submersion marine...). Les communes des Saintes-Maries-de-la-Mer et de Port-Saint-Louis ont un PPRI par débordement de crue prescrit depuis le 27 octobre 2008.

Aspects réglementaires

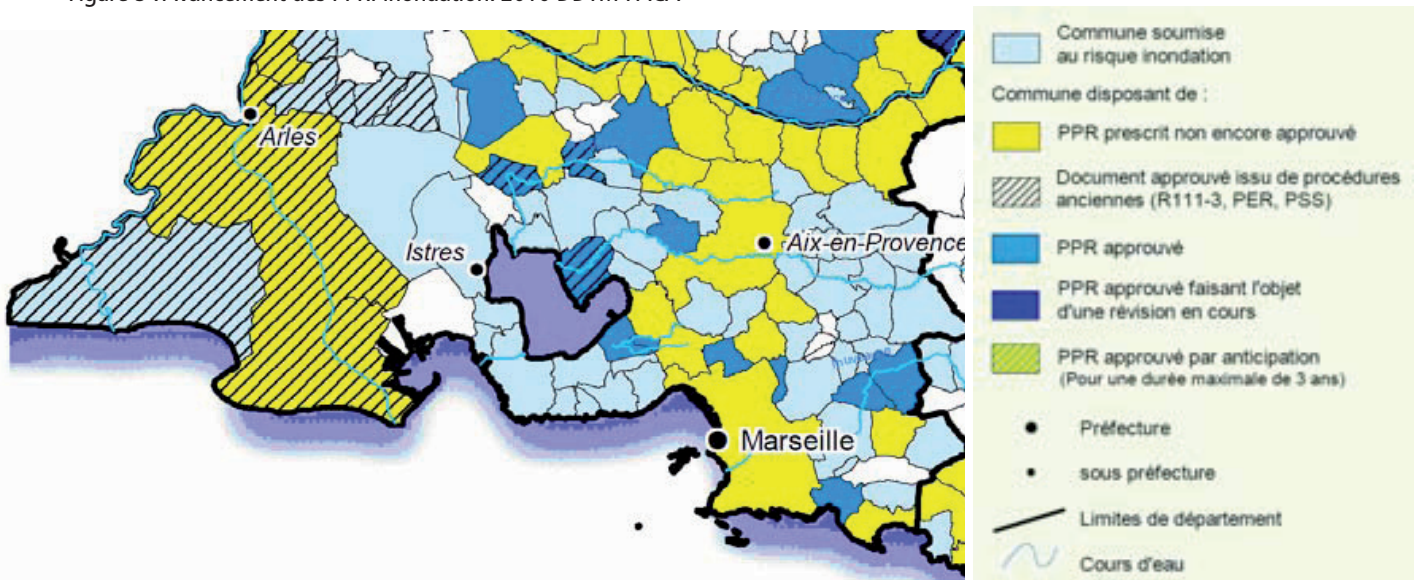
Aucune des communes du littoral camarguais - Le Grau-du-Roi, Saintes-Maries-de-la-Mer, Arles, Port-Saint-Louis-du-Rhône, Fos-sur-Mer - ne fait aujourd'hui l'objet d'une approbation d'un plan de prévention des risques de submersion marine (PPRSM), ni même d'un plan de prévention des risques d'inondation (PPRI).

Pour les inondations fluviales, ces communes relèvent encore du régime découlant du plan de surfaces submersibles (PSS) adopté en 1911 en application de la loi de 1858 sur la protection des villes contre les inondations, loi qui n'a plus d'effet juridique direct depuis un décret-loi de 1935.

Ce n'est finalement que le 27 octobre 2008, pour mettre fin à ce vide juridique relatif à la prévention des risques, que le Préfet des Bouches-du-Rhône a prescrit un PPRI sur les communes du delta du Rhône, dont les Saintes-Maries-de-la-Mer, et que les études ont repris.

Pour ce qui est du PPRSM, la DDTM 13 a financé une étude préalable, prescription qui n'a pas encore été réalisée à ce jour. En effet, ce n'est qu'après la tempête Xynthia qui a submergé le littoral charentais et vendéen le 28 février 2010, en y faisant plus de cinquante victimes, que le processus de réalisation des PPRSM a été relancé sur l'ensemble du littoral métropolitain, l'objectif ambitieux affiché étant de les réaliser dans un délai maximum de trois ans.

Figure 5 : Avancement des PPRI inondation. 2010 DDTM PACA



■ LES ACTIONS DE LUTTE CONTRE LA SUBMERSION ET L'ÉROSION MARINE

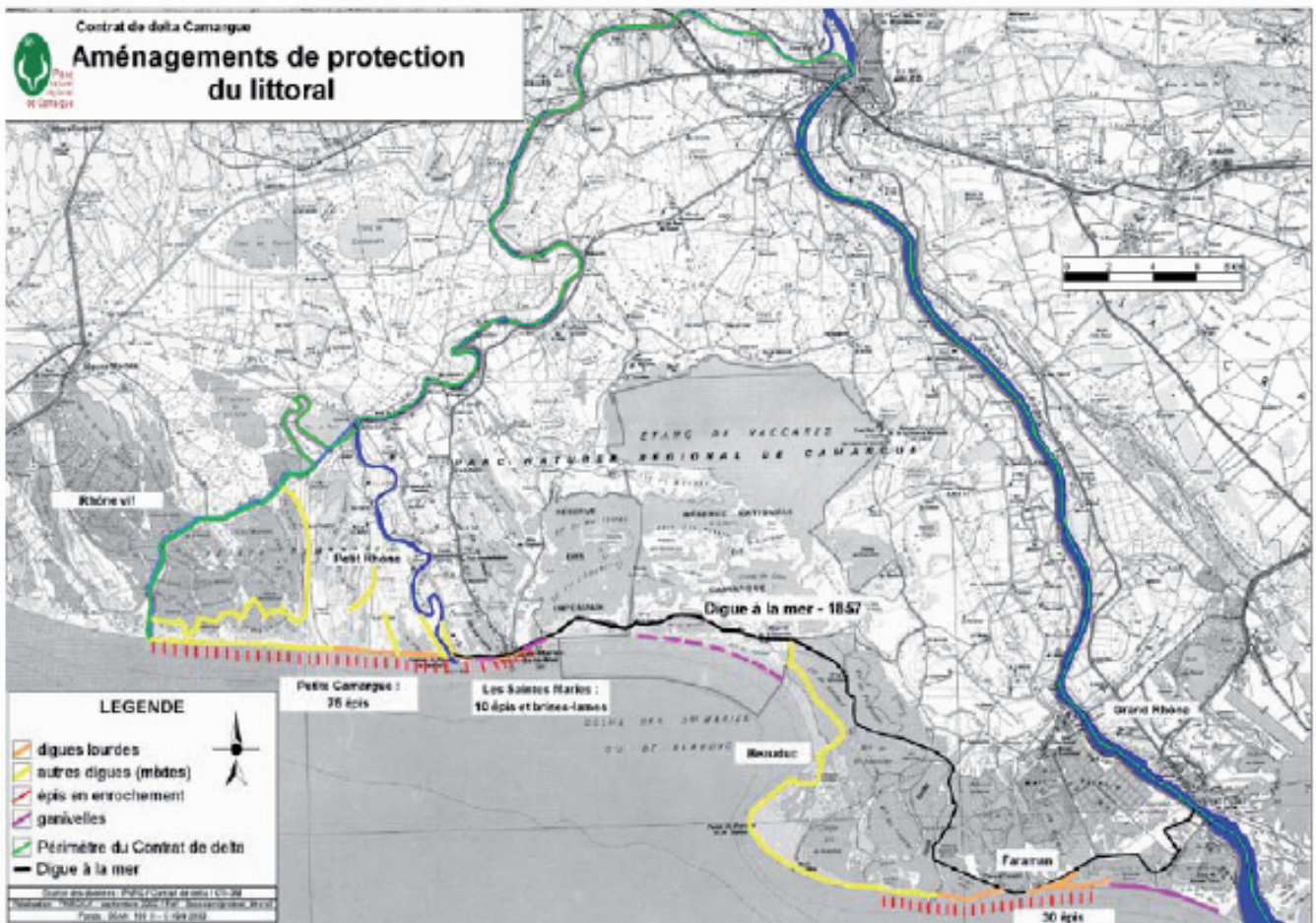
La digue à la mer est l'ouvrage principal et le plus ancien qui limite les entrées marines en Camargue, des Saintes-Maries à Salin-de-Giraud. Dans la quasi-totalité des zones en érosion, des ouvrages lourds (épîs, brise-lames) ont été construits le plus souvent en fonction de l'urgence et de l'enjeu, et parfois sans grande cohérence d'ensemble. Ils s'accompagnent également de solutions de protection complémentaires : fixation des milieux dunaires qui subissent une forte dégradation par la fréquentation touristique, l'érosion éolienne et marine, rechargement en galets d'une partie de la plage des Saintes-Maries-de-la-Mer.

> Les ouvrages « lourds » de protection existants

La digue à la mer

L'aménagement le plus ancien est la digue à la mer, construite entre 1857 et 1859. Elle limite les entrées marines en Camargue, des Saintes-Maries à Salin-de-Giraud. Cette digue frontale a été construite en arrière du littoral, en reliant les points hauts du cordon dunaire situé en retrait et d'anciennes protections existantes. Sa structure est hétérogène puisqu'elle peut être constituée d'une simple levée de terre ou renforcée, en ses points les plus faibles, par des enrochements côté mer, voire fixée par des blocs de béton comme au droit du village des Saintes-Maries-de-la-Mer. A certains endroits, la digue à la mer est un rempart direct contre la mer et reste efficace contre la submersion marine.

Figure 6 : Sectorisation des digues sur le littoral camarguais



Du Rhône Vif au Petit Rhône

Une digue frontale est installée sur tout le linéaire. Dans sa partie Ouest, c'est une structure légère, parfois discontinue, constituée de sable et de galets. Plus à l'Est, c'est un ouvrage massif composé d'enrochements disposés sur 5 km environ. Sur l'ensemble du littoral plus de 75 épis en enrochements sont construits perpendiculairement à la côte.

Le secteur de la ville des Saintes-Maries-de-la-Mer

Cette zone a subi une fixation lourde du trait de côte, compte tenu de l'enjeu représenté par la présence du noyau urbain directement menacé. La digue à la mer est enrochée ou bétonnée sur 3 km, et complétée par 12 épis et brise-lames en enrochements.

En 2003 deux brise-lames ont été réalisés en face du camping du clos du Rhône en bordure du Petit Rhône. Dans cette zone où la digue à la mer est en enrochement, la plage avait disparu. Depuis, elle s'est reconstituée formant un tombolo au droit des brise-lames.

En 2006, un nouvel ouvrage de protection contre l'érosion a été construit. C'est un épi transversal, au droit de la « plage Camille », à l'Est des arènes.

De la plage Est des Saintes-Maries-de-la-Mer à Beauduc

Au niveau du pertuis de la Fourcade, au début de la plage Est des Saintes-Maries-de-la-Mer, se trouvent les derniers épis encadrant le canal du pertuis de la Fourcade. En 2005, l'épi Est a été prolongé pour arriver au même niveau que l'épi Ouest.

Sur cette zone, la digue à la mer, faiblement remaniée, constitue la seule protection. Elle est doublée, dans le secteur de Beauduc, d'une digue plus proche de la mer, mais encore à 200 m du rivage, qui empêche les entrées marines lors des tempêtes sur les étangs de pré-concentration des salins.

Dans ce secteur, la submersion marine et le recul du rivage mettent en danger, par risque de contournement, le centre urbain,

les ouvrages hydrauliques, les dunes et la plage elle-même. La DDTM des Bouches-du-Rhône a procédé en septembre 2007 à un rechargement expérimental en galets de granulométrie comprise entre 20 mm et 40 mm, sur la partie immergée de la plage et sur une longueur de 270 m.

De Beauduc au grand Rhône

Le secteur de Faraman est lourdement aménagé par une digue frontale fréquemment enrochée (digue du Véran), qui reprend et double la digue à la mer. Cette digue a été mise à mal lors des tempêtes d'automne 2003, puis réparée en urgence par le groupe des Salins du midi. Sur ce secteur, plus de 30 épis ont été également construits perpendiculairement à la côte par le groupe Salins pour protéger l'activité salinière.

L'état de ces enrochements se dégrade faute d'entretien : effondrement à l'Est du grau de Véran, destruction de la piste routière jusqu'au phare de Beauduc.

Les aménagements en dur, en bloquant la dynamique littorale, peuvent avoir des effets secondaires néfastes sur les plages. En effet, l'érosion des plages affecte également leur partie sous-marine dans le cas où les enrochements engendrent des courants dirigés vers le large qui les déstabilisent. Les épis peuvent également avoir des effets aggravants latéraux en bloquant les flux sédimentaires longitudinaux et privent les plages de leur apport naturel.

> Les techniques alternatives utilisées en complément

Il s'agit essentiellement de techniques alternatives et complémentaires appliquées, en routine ou au stade d'expérimentations, pour la protection des dunes bordières.

Les ganivelles

Des systèmes de ganivelles ont été installés :

- sur les plages situées à l'ouest du Petit Rhône par l'Association syndicale libre (ASL) forestière des radeaux de petite Camargue,
- de part et d'autre du village des Saintes-Maries-de-la-Mer, par la commune et le Parc,
- au droit de la Réserve nationale de Camargue (6 km),
- et au niveau de la plage de Piémanson, à proximité ouest du Grand Rhône.

Lors des tempêtes de 1996 et de 2003, une partie des ganivelles placées aux Saintes-Maries-de-la-Mer ont été emportées et les dunes fortement érodées. Entre 2002 et 2005, plus de 3,2 km de littoral ont été protégés par des ganivelles (plage de Piémanson, plages des Saintes-Maries-de-la-Mer).

Le fascinage

Le fascinage consiste à utiliser des bois morts déposés ramenés par la mer lors de tempêtes pour les placer dans les zones de brise vent (brèches dans le cordon dunaire où s'engouffre le vent) afin de faire obstacle au sable emporté par le vent et de reconstituer le cordon dunaire. Cette technique a été employée en 2002 sur les plages situées à l'ouest du Petit Rhône par l'ASL forestière des radeaux de petite Camargue et le Parc.

Les plantations

Certaines plantes spécifiques des dunes, comme l'oyat, le chiendent ou la sporobole, ont un rôle de stabilisation du système dunaire. Leur plantation permet de restaurer les milieux dunaires aux endroits où la végétation a été dégradée par le piétinement et d'accélérer le rôle des ganivelles. En 2004, quelque 2 000 plants issus de souches locales ont été plantés sur les plages de la petite Camargue saintoise, de Beauduc et de Piémanson. L'opération a été renouvelée en 2007 avec la même quantité de plants, sur les propriétés de la CIAM et la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer.

La gestion forestière couplée à la protection du littoral

Depuis plusieurs années, l'ASL forestière des radeaux de petite Camargue utilise les pins morts des pinèdes de petite Camargue saintoise pour reconstituer les dunes, en les plaçant en arrière du cordon.

■ VERS UN PLAN DE GESTION DU LITTORAL CAMARGUAIS

Considérant les effets du changement global, le littoral camarguais est confronté à la nécessité d'une adaptation locale pour faire face au recul de la côte et au risque de submersion marine. Depuis plusieurs années, de nombreuses actions lourdes ou plus légères, des études et programmes de recherches, sont menés pour tenter d'apporter des réponses à cette problématique littorale camarguaise qui résulte du déficit sédimentaire, de l'élévation du niveau de la mer et de l'installation humaine.

Ce chapitre s'appuie sur les résultats de la mission réalisée en 2010 par R. Chassain, Maire des Saintes-Maries-de-la-Mer⁴, qui avait trois objectifs :

- un recensement de la connaissance du phénomène d'érosion sur le littoral de Camargue,
- une évaluation des différentes réponses apportées face à ce phénomène,
- un examen des solutions qui n'ont pas encore été mises en œuvre.

Cette mission doit déboucher sur un plan littoral en relation avec le Plan Rhône et contribuer à la définition d'une stratégie ministérielle en matière de prévention des risques littoraux.

⁴ Pour un plan de gestion du littoral camarguais. Rapport de mission par Roland CHASSAIN, Maire des Saintes-Maries-de-la-Mer. Août 2010.

> Une stratégie de gestion du trait de côte sur le territoire du Parc

Les actions de protection contre l'érosion et la submersion menées jusqu'à aujourd'hui n'ont apporté qu'une approche partielle aux dysfonctionnements constatés en raison du manque de connaissance et de prise en compte du fonctionnement global des cellules hydro-sédimentaires en Camargue. Parfois des projets n'ont pas été menés à terme, certains ouvrages ont manqué de suivi et d'entretien, ou encore la concertation avec les acteurs n'a pas été suffisante pour adapter une stratégie à long terme.

Cette logique a conduit à artificialiser environ la moitié du littoral camarguais par des aménagements maritimes lourds posant systématiquement des difficultés d'intégration dans l'environnement et entraînant des coûts élevés d'investissement et de fonctionnement.

Bien que le littoral soit fixé dans les zones aménagées, l'érosion des fonds sous-marins se poursuit. Les ouvrages longitudinaux augmentent la turbulence et la fuite des sédiments minant leurs propres fondations et accélérant l'érosion de la plage devant eux. Les épis ne sont efficaces que sur une portion 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.

En 2006, le PNRC a initié une démarche pour élaborer une stratégie de gestion du trait de côte sur le territoire du parc et apporter une réponse à l'érosion chronique et à la submersion en identifiant les enjeux⁵.

L'objectif affichait la conduite d'une politique globale et concertée du littoral, une démarche acceptée de tous les acteurs et servant d'outil d'aide à la décision. Les grands principes stratégiques visaient :

- d'une part à éviter ou à ne pas renforcer les protections lourdes pour respecter le fonctionnement du système dunes-plages et ses transferts,
- d'autre part, d'envisager la possibilité d'un recul contrôlé dans certains secteurs 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.

Ces grands principes sont inscrits dans la charte du Parc.

En 2009, le Conseil général des Bouches-du-Rhône a élaboré un outil global et évolutif permettant d'établir, à partir de l'état des lieux, un diagnostic de l'évolution du trait de côte à l'échelle du département afin de mettre en perspective des propositions de modes de gestion du littoral⁶. Quatre modes de gestion intégrant les événements naturels (intensité de l'aléa) et les actions anthropiques (enjeux) sont proposés. Ces modes de gestion, qui sont un outil d'aide à la décision partagée par tous les acteurs du littoral, sont regroupés sous deux grands principes.

⁵ PNRC, 2006. Etude de définition des enjeux de protection du littoral sableux. EID.

⁶ Conseil Général des Bouches-du-Rhône, 2008-2009. Etude de l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches du Rhône au regard de l'érosion marine. Etude menée dans le cadre d'un partenariat technique avec le Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée.

L'adaptation aux phénomènes naturels avec déplacement ou vigilance passive des enjeux et acceptation de la vulnérabilité.	<ul style="list-style-type: none"> • gestion patrimoniale : une gestion par une surveillance active de l'évolution (points de suivis) s'avère suffisante mais nécessaire. Ainsi, le littoral continue son évolution et suit l'action de la dynamique naturelle sans intervention particulière de l'homme, • repli stratégique et acceptable pour permettre le rétablissement d'un équilibre sédimentaire : il s'agit d'anticiper une aggravation du risque inéluctable par la recherche de la diminution de la vulnérabilité du secteur. Un des modes de gestion consiste à déplacer les enjeux afin de fournir au système littoral un espace de liberté pour retrouver un équilibre acceptable.
Le maintien des enjeux en place et donc la stabilisation du recul du trait de côte.	<ul style="list-style-type: none"> • maintien ou restauration du fonctionnement naturel du littoral : l'objectif est de juguler la progression de l'érosion afin de l'empêcher d'atteindre l'arrière côte et de rétablir l'équilibre sédimentaire. Les techniques à mettre en œuvre doivent permettre une adaptation à la dynamique naturelle. • modification du transit sédimentaire : les zones sont fortement impactées par les risques côtiers et ne présentent aucune solution de repli acceptable. L'objectif est alors le maintien du trait de côte quelle que soit la technique utilisée pour fixer le trait de côte et protéger les biens qui se situent à l'arrière du littoral.

> Prendre en considération la résilience côtière

Le rapport Chassain reprend ces éléments de stratégie en considérant que le littoral camarguais, qui reste vivant, possède la faculté de s'adapter aux changements provoqués par l'élévation du niveau de la mer, par des événements extrêmes et par des impacts humains occasionnels tout en conservant ses fonctions sur le long terme. C'est ce qu'on appelle la résilience côtière. Appliquant cette grille d'analyse aux enjeux du littoral camarguais, le rapport Chassain fait les recommandations suivantes :

- **Six sites sont redevables d'une défense active** : le centre historique urbain des Saintes-Maries-de-la-Mer, capitale de la Camargue et principal centre touristique ; les villes du Grau-du-Roi, Salin-de-Giraud, le complexe portuaire de Port-Saint-Louis-du-Rhône - Fos sur Mer, les implantations de la Compagnie des Salins du Midi dont l'activité industrielle impose la proximité de la mer et la zone du GPMM.

La défense active à considérer ici n'intéresse pas seulement la défense contre la mer mais aussi contre les fleuves et les étangs, dont les crues peuvent causer des inondations.

- **Le reste du littoral camarguais** peut être redevable d'une gestion non active. Bordant un espace humide naturel, sa gestion doit d'abord reposer sur le système dunaire. Ceci n'exclut pas l'existence de défenses de second rang comme la digue à la mer où des enjeux spécifiques, notamment agricoles, le justifient.
- Le manque d'espace sur le littoral camarguais **exclut toute gestion par repli stratégique**, sauf au Grand Radeau, où la ligne de défense pourrait être reculée pour restaurer le fonctionnement naturel du rivage.

> Un plan relatif au littoral sableux du golfe du Lion

Le contexte politique général est favorable à la mise en place d'un plan relatif au littoral sableux du Golfe du Lion. Par ailleurs, divers outils de gestion sont disponibles ou sont en développement : directive européenne sur les inondations, SDAGE, Grenelle de la mer, suite de la tempête Xynthia. Le rapport Chassain propose par ailleurs une démarche vers un plan d'ensemble pouvant être financé dans le cadre des futurs contrats de plan Etat-Régions pour 2014 - 2020.

Ce plan relatif au littoral sableux pourrait s'appuyer sur le Plan Rhône, lancé après les crues de 2003, mais qui ne comporte pas de volet littoral, ni de plan de gestion des pertuis de Camargue afin de réguler et d'évacuer les eaux du Rhône et du Petit Rhône.

Il est recommandé que la toute première phase d'un Plan Littoral en Méditerranée consiste à créer rapidement un Observatoire du Littoral du Golfe du Lion, réseau d'opérateurs disposant de moyens techniques et financiers pour évaluer et anticiper les évolutions physiques du trait de côte (voir encadré).

Un réseau pour suivre la dynamique sédimentaire du littoral camarguais

Ce réseau peut être constitué et renforcé sur la base du réseau que le Parc a constitué pour surveiller l'évolution sédimentaire du trait de côte de l'Espiguette au Grand Rhône. Ce réseau rassemble le PNRC, la Réserve nationale de Camargue, le Groupe Salins, l'arrondissement maritime de la DDTM des Bouches-du-Rhône, la DREAL Languedoc-Roussillon, le CEREGE.

Afin de constituer des bases de données relatives à la mer et au littoral et d'assurer la diffusion de ces informations vers les gestionnaires et le public, un renforcement du suivi est préconisé : utilisation du LIDAR (Light Detection And Ranging) à grande échelle, photographies aériennes, levés topographiques et bathymétriques, état de la mer (installation d'un marégraphe aux Saintes-Maries-de-la-Mer, renforcement du réseau de houlographes, par exemple dans le secteur de Beauduc).

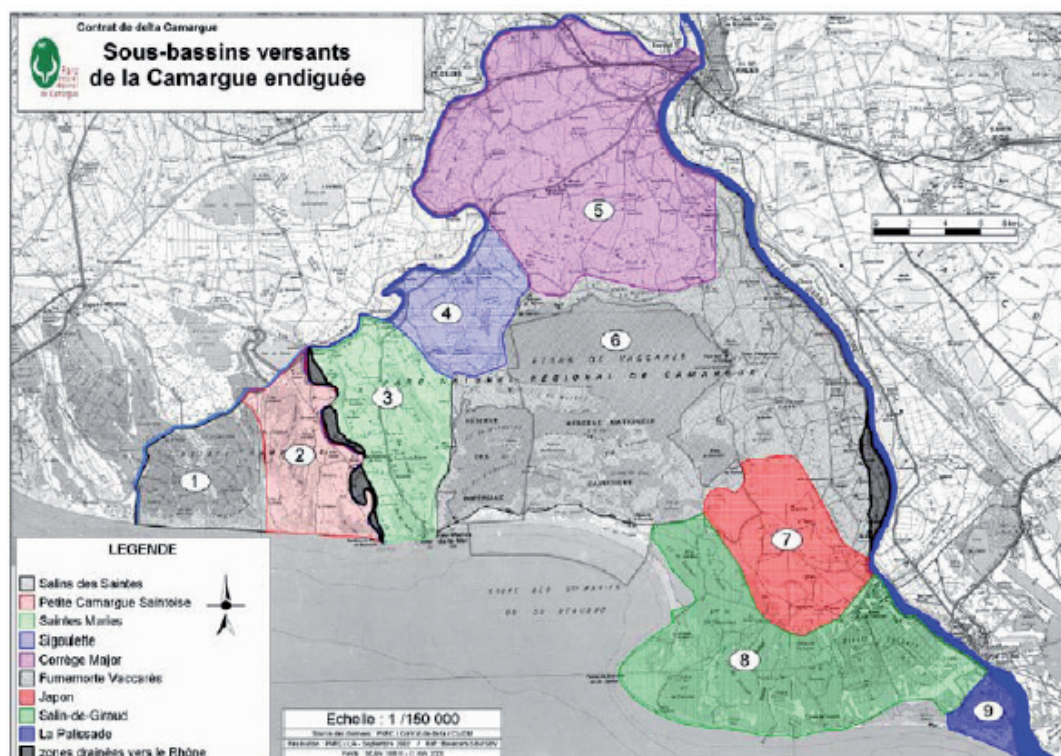
DIAGNOSTIC DE LA QUALITÉ DES MASSES D'EAU EN CAMARGUE

LES OBJECTIFS D'ÉTAT QUALITATIF ET QUANTITATIF DES MASSES D'EAU CONCERNÉES

Sauf pour la masse d'eau « estuaire du Rhône » dont l'objectif d'atteinte du bon état est fixé à 2015, l'objectif de bon état de toutes les autres masses d'eau superficielles est fixé à l'échéance 2021, au regard de paramètres déclassants (pesticides, eutrophisation, ou substances prioritaires). L'objectif de bon état des masses d'eaux souterraines est fixé à 2015.

Les tableaux 3 et 4 synthétisent l'état et les objectifs des différentes masses d'eau superficielles et souterraines de la Camargue fixés par le SDAGE, dans le périmètre du Contrat de delta.

Figure 7 : Les sous-bassins versants de la Camargue endiguée – PNRC



Rappelons que la directive cadre fixe comme objectif le bon état de toutes les masses d'eau en 2015. Le bon état est atteint lorsque :

- Pour les masses d'eaux superficielles, l'état (ou le potentiel) écologique et l'état chimique sont bons ou très bons,
- Pour les masses d'eaux souterraines, l'état quantitatif et l'état chimique sont bons ou très bons.

Toutefois la réglementation prévoit que si, pour des raisons financières ou tenant aux conditions naturelles, les objectifs de bon état pour 2015 ne peuvent être atteints dans ce délai, le SDAGE peut fixer des échéances plus lointaines en les motivant sans que les reports puissent excéder la période correspondant à deux mises à jour du SDAGE, soit 2021 ou 2027. Ces échéances plus lointaines peuvent être justifiées par les délais prévisibles pour la réalisation des travaux ou ouvrages⁷, les incidences du coût des travaux sur le prix de l'eau et les activités économiques⁸ ou les délais de transfert des pollutions dans les masses

d'eau et le temps nécessaire au renouvellement de l'eau⁹.

La Camargue est concernée par trois sous-bassins au titre du SDAGE, le premier correspondant au delta lui-même (masse d'eau du Vaccarès et de La Palissade), le second par le Grand et le Petit Rhône et le troisième par l'estuaire du Rhône lui-même.

7 Motif d'exemption nommé « faisabilité technique » FT dans le tableau,

8 Motif d'exemption nommé « coût disproportionné » CD

9 Motif d'exemption nommé « conditions naturelles » CN

Tableau 3. Objectifs des masses d'eaux superficielles

CN = conditions naturelles FT = faisabilité technique

Code masse d'eau	Nom masse d'eau	Catégorie	Objectif d'état écologique		Objectif d'état chimique	Objectif de bon état	Cause	Justification	
			Etat	Echéance	Echéance	Echéance		Paramètres	Usages et activités spécifiés
Sous bassin versant DU_13_08									
FRDT14a	Complexe Vaccarès	Eaux de transition	Bon état	2021	2021	2021	CN	Pesticides, benthos, eutrophisation, substances prioritaires	
FRDT14c	La Palissade	Eaux de transition	Bon état	2021	2021	2021	FT	substances prioritaires	
Sous-bassin versant TR_00_04									
FRDR2009	Le Rhône de Beaucaire au seuil de Terrin et au pont de Sylveréal		Bon potentiel	2015	2021	2021	FT	substances prioritaires	Protection contre les crues : zones urbaines Protection contre les crues : zones agricoles
FRDT19	Petit Rhône du pont de Sylveréal à la Méditerranée	Eaux de transition	Bon potentiel	2015	2021	2021	FT	substances prioritaires	Protection contre les crues : zones urbaines Protection contre les crues : zones agricoles
FRDT20	Grand Rhône du seuil de Terrin à la Méditerranée	Eaux de transition	Bon potentiel	2015	2021	2021	FT	substances prioritaires	Protection contre les crues : zones urbaines Protection contre les crues : zones agricoles
Sous-bassin versant TR_00_05									
FRDT21	Estuaire du Rhône	Eaux de transition	Bon état	2015	2015	2015			

Sauf pour la masse d'eau « estuaire du Rhône » dont l'objectif d'atteinte du bon état est fixée à 2015, l'objectif de bon état de toutes les autres masses d'eau superficielles est fixé à l'échéance 2021, au regard de paramètres déclassants : pesticides, eutrophisation, ou substances prioritaires (tableau 3).

L'objectif de bon état des masses d'eaux souterraines est fixé à 2015 (tableau 4).

Tableau 4. Objectifs des masses d'eaux souterraines

Code masse d'eau	Nom masse d'eau	Etat quantitatif		Etat chimique		Objectif de bon état	
		Etat	Echéance	Etat	Echéance	Etat	Echéance
FR_DO_504	Domaine limons et alluvions quaternaires du Bas Rhône et Camargue	Bon état	2015	Bon état	2015	Bon état	2015
FR_DO_323	Alluvions du Rhône du confluent de la Durance jusqu'à Arles et Fourques	Bon état	2015	Bon état	2015	Bon état	2015

■ LES RESEAUX DE SUIVI EXISTANTS : STRUCTURE ET EVOLUTION

En 2010, une étude* fait le diagnostic exhaustif des réseaux de suivis existants sur le territoire de Camargue et propose des pistes d'amélioration des réseaux de suivi de l'eau et des milieux camarguais.

* G. CAFFIER, 2010. Mise en place d'un réseau de suivi des milieux aquatiques de Camargue. PNR Camargue, Université du littoral Côte d'Opale, Université de Lille 1. Rapport de stage

L'eau et les milieux camarguais bénéficient d'un réseau de suivi et de surveillance de la qualité assez complet, couvrant à la fois un vaste champ d'analyses (physico-chimie de l'eau et des sédiments, phytosanitaires, polluants comme les métaux lourds, les PCB et les HAP, bactériologie, suivis d'espèces indicatrices comme la macrofaune benthique et les herbiers) et les différentes masses d'eau eaux superficielles (eaux de transition et eaux marines).

On peut distinguer (cf. tableau 5) :

- Les réseaux de suivi mis en place dans le cadre de la DCE, en particulier le réseau de contrôle de surveillance (RCS) mis en service depuis janvier 2007 et permettant d'évaluer l'état général des eaux et les tendances d'évolution au niveau du bassin. Selon les paramètres mesurés et le type de masse d'eau, les opérateurs sont l'agence de l'eau, la DREAL ou l'ONEMA pour les eaux superficielles et l'IFREMER pour les eaux côtières et des eaux de transitions.

- Les réseaux de surveillance locaux quelquefois anciens (années 1980) et permettant aux gestionnaires de suivre les paramètres essentiels du milieu : débits et niveaux, indicateurs de milieux (phytoplancton et herbier, macrofaune, autres espèces). Ces réseaux sont opérés par la Réserve naturelle de Camargue, le PNRC.
- Le réseau dépendant du Forum Interrégional des Lagunes Méditerranéennes (FILMED) depuis 2008, dont la vocation est de permettre aux structures gestionnaires qui le souhaitent, de poursuivre ou de mettre en place un suivi physico-chimique, répondant à leurs besoins propres de suivi, de connaissance et de gestion des sites dont elles ont la responsabilité.
- Les réseaux nationaux qui disposent de stations sur le littoral camarguais comme les réseaux ROCCHI, RINBIO et REPHY/REMY opérés par l'IFREMER.

L'audit des réseaux de suivi propose des pistes d'amélioration des réseaux de suivi de l'eau et des milieux camarguais.

- L'adhésion d'autres acteurs de la Camargue à ce réseau, comme le Conseil général qui élabore le plan de gestion de ses domaines. Ce plan de gestion s'appuie en particulier sur un état des lieux (physico-chimie des eaux et des sédiments) qui constitue le point zéro d'un futur suivi.
- L'intensification du suivi de produits phytosanitaires sur la Camargue, problématique qui correspond à un axe fort du SDAGE et son application dans le Contrat de delta. Une application directe est le suivi des rejets de produits

phytosanitaires utilisés en riziculture dans le bassin de Fumemorte afin d'étudier leurs impacts sur le Vaccarès et les zones humides adjacentes.

- La consolidation du réseau de suivi dans des thématiques non encore couvertes. Par exemple, l'Observatoire des sédiments du Rhône (OSR) créé en 2007 a pour vocation d'analyser les flux de sédiments, de matières en suspension (MES) et de polluants associés dans le Rhône. Le réseau de suivi de l'OSR prévu à partir de 2011 pourrait s'intégrer dans le réseau de l'observatoire de Camargue.
- La contribution du réseau de suivi interne aux ASA (débit, niveau, côte d'alerte des stations de pompes et des canaux).
- Le renforcement de l'instrumentation en place : réhabilitation du débitmètre du canal de Fumemorte, équipement du nouveau bac de Barcarin en septembre 2010 avec des appareils (courantomètre et turbidimètre) permettant de réaliser à chaque traversée du Grand Rhône, un profil des vitesses du flux et des concentrations de MES.

Tableau 5. Synoptique des différents réseaux de mesures et de suivi de la qualité des eaux et des milieux en Camargue

Thèmes	Paramètres	Stations	Opérateurs	Remarques
Débits et niveaux d'eau	Débits et niveaux d'eau	Petit Rhône à Fourques (débit) ; Grand Rhône à Arles (débit) ; Grand Rhône station Grand Bois Vieil (niveau)	CNR	Accessibilité des données : http://www.inforhone.fr/inforhone/FR/Commun/index.htm
	Niveaux d'eau	Réserve naturelle	RNC	8 limnigraphes ; mesures depuis 1982
		la Palissade		
	marégraphe du grau de la dent	CNR, salins du midi	Salinités mesurées sur terrains du CL, mais non stations non géoréférencées	
Qualité de l'eau et des milieux	Physico-chimie, pesticides, IBGA, diatomées, poissons	Eaux superficielles (le Rhône à Saint Gilles et Arles)	AERMC dans le cadre du suivi de la DCE (uniquement le RCS)	Paramètres mesurés (station d'Arles) : - Physico-chimie classique : 12 fois par an - Pesticides : 6 fois par an - Substances prioritaires : 12 fois par an en 2006, 2009, 2012, 2015 ... - IBGA : 1 fois par an - Diatomées : 1 fois par an - Poissons : 1 fois tous les 2 ans http://sierm.eaurmc.fr/eaux-superficielles/index.php
	Macrophytes Macrofaune benthique de substrat meuble, chimie sur matière vivante, chimie sur l'eau, hydrologie et chlorophylle, phytoplancton	Eaux de transition	IFREMER dans le cadre du suivi de la DCE uniquement le RCS)	11 stations (lagunes et littoral) http://www.ifremer.fr/envlit/region/provence_alpes_cote_d_azur/qualite/resultats_par_parametres
	Salinité	Vaccarès	RNC	30 points mensuels
	Température, salinité, pH, O2 et RedOx	lagunes de la Réserve	RNC	Année de début de suivi : janvier 2008
		7 stations sur le Vaccarès et 9 stations sur la Palissade	Suivi dans le cadre du Forum Interrégional des Lagunes Méditerranéennes (FIL MED) http://www.cenlr.org/filmed/maquette/FilMed1/	
	Produits phytosanitaires	Grand et le Petit Rhône	AERMC dans le cadre du suivi de la DCE	Voir détail plus haut
		Canal de drainage de Rousty à Albaron	FREDON PACA	
	Bactériologie	Plages des Saintes Marie (Crin Blanc, Les Arènes et la Brise) et d'Arles (Piémançon)	ARS	Suivi de la qualité des eaux de baignade http://baignades.sante.gouv.fr/homeMap.do
	Métaux, Organochlorés, HAP		IFREMER dans le cadre du réseau national ROCCH :	Réseau d'Observation de la Contamination chimique http://wwz.ifremer.fr/envlit/resultats/ :
	Salinité, température, turbidité Alexandrium, Dinophysis, Pseudo-nitzschia Toxicité DSP et ASP E.coli		IFREMER dans le cadre du réseau national REMI et REPHY	Réseau microbiologique des coquillages et Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines Deux points
	Métaux, organochlorés, PCB, HAP		IFREMER dans le cadre du réseau national RINBIO	Réseau INTégrateurs BIOlogiques http://www.ifremer.fr/envlit/region/provence_alpes_cote_d_azur/qualite/rinbio
	Phytoplancton Chlorophylle a	10 points	RNC	Année de début de suivi : 2003
	Herbiers de zostères	Grau de la Dent et Beauduc	PNRC	Début du suivi : 2009 (Grau de la Dent) et 2005 (Beauduc)
Herbiers	Vaccarès	RNC	Début de suivi : 1996	

■ LE RHONE

Les mesures effectuées par le Réseau national de bassin (RNB) et, depuis 2008, au titre du programme de surveillance de la DCE, permettent d'établir l'état des masses d'eau « Rhône » identifiées comme risquant de ne pas répondre à leurs objectifs environnementaux et d'évaluer les changements de leur état suite au programme de mesures.

En 2009, les flux les plus importants qui ont transité dans le Rhône en amont de la Camargue, concernent majoritairement la famille chimique des métaux et métalloïdes (9 150 t pour la pollution dissoute et 27 000 t pour la pollution particulaire). Les flux de pesticides représentent 2 % des flux dissous avec 210 t et 0,01 % des flux particulaires avec 3 t. Les flux de HAP sont estimés à 0,6 % des flux dissous avec 60 t et 0,05 % des flux particulaires avec 10 t. Les flux de PCB sont évalués à 0,002 % des flux particulaires avec 0,4 t. Ces composés très stables et d'une faible biodégradabilité sont retrouvés dans les sédiments fluviaux.

> Qualité générale

La qualité des cours d'eau est mesurée sur le Grand Rhône au Pont de Trinquetaille depuis 1987 par une station de mesure du Réseau national de bassin (RNB n° 06131550 selon la méthodologie SEQ-Eau (Système d'évaluation de la qualité de l'eau).¹⁰

Les résultats de 2007, donnés à titre d'exemple, montrent une très bonne qualité au regard des matières organiques et oxydables, une bonne qualité des eaux au regard des nutriments (matières azotées et phosphorées). Les micropolluants sur eau brute traduisent une qualité moyenne des eaux. Le paramètre le plus déclassant est la concentration en particules en suspension.

¹⁰ A compter de 2008, cette évaluation repose sur une nouvelle méthode compatible avec la Directive cadre sur l'eau.

Tableau 6. Le Grand Rhône au Pont de Trinquetaille (RNB n° 06131550) : Résultats des paramètres physico-chimiques 2007

Physico-chimie par altération							
Altérations	Qualité de l'eau	Aptitude à la biologie	Aptitude aux usages de l'eau				
			A.E.P.	LOIS.	IRRI.	ABR.	AQU.
Matières organiques et oxydables	83	83					
Matières azotées	76	76					
Nitrates	59	64					
Matières phosphorées	75	75					
Particules en suspension	0	19					
Température	95	95					
Minéralisation	81						
Acidification	85	85					
Effet des proliférations végétales	80	80					
Microorganismes							
Micropolluants minéraux sur eau brute	57	57					
Micropolluants minéraux sur bryophytes							
Micropolluants minéraux sur sédiments							
Micropolluants minéraux sur M.e.S.	51						
Pesticides sur eau brute	59	59					
Pesticides sur sédiments							
Pesticides sur M.e.S.							
H.A.P. sur eau brute	58	58					
H.A.P. sur sédiments							
H.A.P. sur M.e.S.	58	58					
P.C.B. sur eau brute							
P.C.B. sur sédiments							
P.C.B. sur M.e.S.	59						
Micropolluants organiques sur eau brute							
Micropolluants organiques sur sédiments							
Micropolluants organiques sur M.e.S.							
Altérations	Qualité de l'eau	Aptitude à la biologie	A.E.P.	LOIS.	IRRI.	ABR.	AQU.

Biologie

Indice Biologique Global Normalisé (I.B.G.N.)	
Groupe Faunistique Indicateur (G.F.I.)	
Indice Biologique Diatomées (I.B.D.)	

Légende : qualité ou aptitude

	Très bonne
	Bonne
	Moyenne
	Médiocre
	Mauvaise
48	Indice de qualité ou d'aptitude à la biologie
	Absence ou insuffisance de données
A.E.P.	alimentation en eau potable
LOIS.	loisirs aquatiques
IRRI.	irrigation
ABR.	abreuvement
AQU.	aquaculture
H.A.P.	hydrocarbures aromatiques polycycliques
P.C.B.	polychlorobiphényles
M.e.S.	matières en suspension

Il n'y a que peu d'évolution notable de ce paramètre depuis la mise en place de la station.

Par rapport à l'aptitude aux usages, on ne constate pas de modification significative depuis 2002.

> Résultats 2009 dans le cadre du programme de surveillance de l'état de la qualité des eaux¹¹

A compter de 2008, un programme de surveillance a été établi pour répondre aux exigences de la DCE en matière de surveillance de la qualité des eaux superficielles (cours d'eau, plans d'eau) et souterraines. Il comprend :

- des réseaux de contrôle de surveillance (RCS) permettant d'évaluer l'état général des eaux à l'échelle de chaque bassin et son évolution à long terme. Ces réseaux pérennes sont constitués de sites représentatifs des diverses situations rencontrées sur chaque bassin,
- des contrôles opérationnels (RCO) permettant d'établir l'état des masses d'eau identifiées comme risquant de ne pas répondre à leurs objectifs environnementaux et d'évaluer les changements de l'état des masses d'eau suite au programme de mesures.

Tableau 7. Résultats des indicateurs mesurés sur les stations du RCS (réseaux de contrôle de Surveillance) et des RCO (Contrôles Opérationnels) sur les stations du Petit Rhône et du Grand Rhône à l'aval d'Arles.

Indicateurs	Données	Petit Rhône à l'aval d'Arles	Grand Rhône à l'aval d'Arles
Invertébrés benthiques (IBGA)	Données 2009	Mauvais	Indéterminé
Diatomées	Données 2009	Indéterminé	Indéterminé
Indices Poissons Rivières (IPR)	Données 2009	Indéterminé	Médiocre
Bilan de l'oxygène	Données 2009	Moyen à très bon	Très bon
Nutriments	Données 2009	Bon	Bon
Etat écologique DCE	Données 2009	Moyen à bon	Bon
Etat chimique DCE	Données 2007, 2008 et 2009. 41 substances ou familles de substances	Bon	Non atteinte du bon état
Micropolluants sur support eau (Nombre de substances)	Données 2007, 2008 et 2009 / 235 substances	11 à 40	41 à 63
Micropolluants sur support sédiment (Nombre de substances)	Données 2007, 2008 et 2009 / 274 substances	21 à 40	41 à 79
Pesticides sur support eau (Nombre de substances)	Données 2009 / 392 substances	6 à 10	11 à 20

¹¹ Agence de l'eau, Ifremer et ONEMA. Rhône Méditerranée Corse. Programme de surveillance de l'état des eaux superficielles et souterraines. Résultats 2009. Edition décembre 2010.

> Estimation des flux apportés par le Rhône à la mer Méditerranée

Depuis le mois de février 2008, des échantillons d'eau et de matières en suspension sont prélevés à un rythme bimensuel et sont complétés en période de crue par trois prélèvements (montée de crue, pic de crue et décrue). Les flux sont estimés au niveau de la station d'Arles grâce aux données des débits liquides journaliers (CNR), des teneurs en matières en suspension (COM) et en micropolluants (Agence de l'eau).

Les flux de pollution qui ont transité en 2009 sont moins importants qu'en 2008 en cohérence avec les débits moyens enregistrés (1 600 m³/s en 2008 et 1 250 m³/s en 2009). En revanche le nombre de molécules quantifiées est un peu plus élevé en 2009 qu'en 2008.

- Les flux les plus importants qui ont transité concernent majoritairement la famille chimique des métaux et métalloïdes tant pour les flux de pollution dissoute (> 85 % soit 9 150 t) que particulaire (> 99 % soit 27 000 t). En proportions respectives de 45 % et de 10 %, les flux dissous et particulaires de métaux et métalloïdes concernent des substances requises pour l'évaluation des états chimique et écologique. Ils résultent principalement des flux de zinc et de plomb. En second lieu viennent les flux de semi-volatils organiques divers, directement liés à la quantification de DEHP (phtalate), qui représentent plus de 95 % des flux dissous et particulaires de cette famille chimique.
- Les flux de pesticides représentent 2 % des flux dissous avec 210 t et 0,01 % des flux particulaires avec 3 t. Respectivement 11 % et 25 % de ces flux dissous et particulaires concernent des substances requises pour l'évaluation des états chimique et écologique, dont 5 % de flux dissous résultent des flux de chlorotron (herbicide utilisé principalement pour la grande culture) et de DDT (pesticide interdit depuis 1972 mais très persistant dans l'environnement). 13 % résultent des flux d'autres constituants du DDT et 7 % des flux d'oxadiazon (herbicide).
- Les flux de HAP représentent 0,6 % des flux dissous avec 60 t et 0,05 % des flux particulaires avec 10 t. Respectivement 53 % et 45 % de ces flux de pollutions dissous et particulaires concernent des substances requises pour l'évaluation des états chimique et écologique dont 19 % résultent des flux de fluoranthène et de benzo(ghi)perylène. 19 % des flux particulaires résultent des flux de fluoranthène et de indeno(1,2,3-c,d)pyrene.
- Les flux de PCB sont évalués à 0,002 % des flux particulaires avec 0,4 t. Bien que la vente, l'acquisition de PCB ou d'appareils en contenant soient interdites en France depuis 1987, les PCB sont des composés très stables et d'une faible biodégradabilité. C'est pourquoi, il est encore possible de retrouver ces composés dans les sédiments fluviaux (voir l'encadré suivant).

Des PCB dans les sédiments et poissons rhodaniens

Depuis le constat, au cours du premier semestre 2005, des teneurs élevées en PCB dans des poissons capturés au Sud de Lyon, les analyses de poissons et de sédiments se sont multipliées pour délimiter la zone contaminée, conformément aux recommandations de l'AFSSA. Les résultats ont permis, à ce jour, de définir une zone dans laquelle on trouve des poissons avec des teneurs en PCB supérieures aux seuils réglementaires, allant du barrage de Sault-Brenaz jusqu'à la mer.

Le programme d'actions 2008 - 2010 du bassin Rhône Méditerranée vise à mieux comprendre les origines, les mécanismes et l'étendue de la pollution par les PCB à l'échelle du bassin. Toutes les actions du programme de bassin Rhône Méditerranée* s'inscrivent depuis février 2008 dans le plan national.

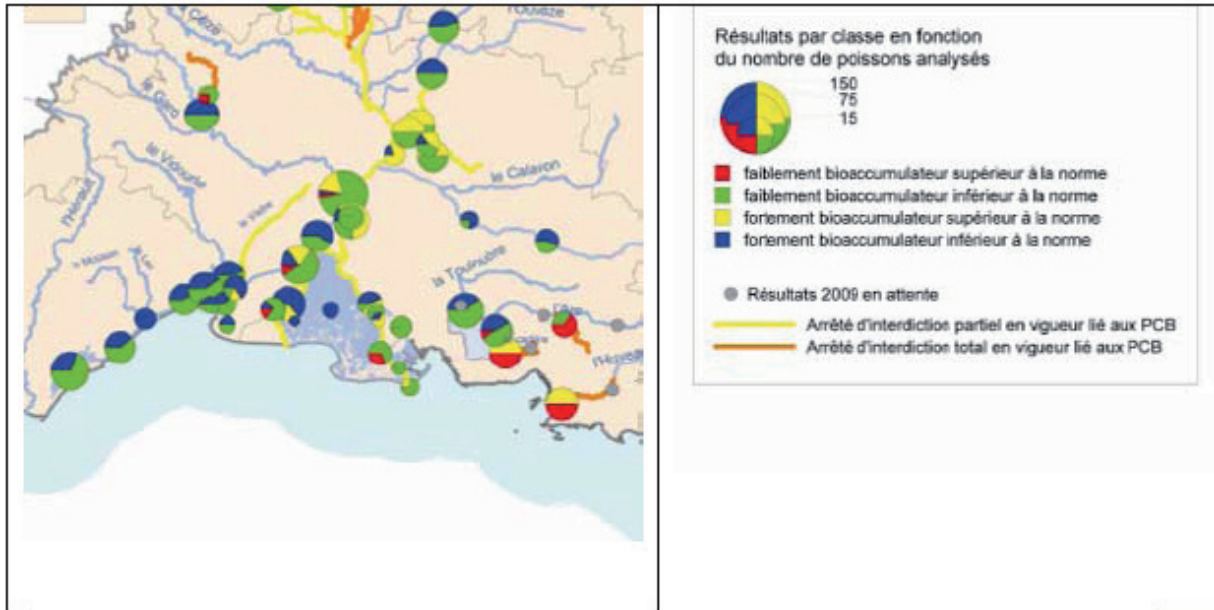
Le rapport d'étape du comité d'information et de suivi du 27 avril 2010 fait le point sur l'avancée des actions du programme en insistant plus particulièrement sur les actions conduites depuis mai 2009 :

- Cartographie de la pollution : les investigations réalisées entre 2005 et 2009 permettent de dresser la cartographie de la contamination dans les cours d'eau du bassin Rhône Méditerranée.
- Mesures sanitaires : les résultats des investigations conduisent à la mise en œuvre de mesures sanitaires de gestion. Depuis avril 2009, des arrêtés ont été pris sur 34 cours d'eau ou plans d'eau du bassin Rhône Méditerranée pour interdire la pêche en vue de la consommation ou de la commercialisation des poissons.

Des arrêtés préfectoraux, portant interdiction de consommation et de commercialisation de certaines espèces de poissons pêchés, sont en vigueur sur certains cours d'eau et plans d'eau du bassin Rhône Méditerranée. L'arrêté préfectoral des Bouches-du- Rhône du 19 mai 2009 porte interdiction partielle de pêche en vue de la consommation et de la commercialisation des poissons benthiques (anguilles, brèmes, barbeaux, silures, carpes) et des migrants (aloses, lamproies, truites de mer) pêchés dans le fleuve Rhône et ses canaux dérivés directs dans le secteur géographique délimité au nord des limites administratives du Vaucluse et du Gard jusqu'à la division entre Grand et Petit Rhône et des anguilles pêchées dans le fleuve Rhône et ses canaux dérivés directs dans le secteur géographique délimité au Nord par la division entre Grand et Petit Rhône.

* Préfet coordonateur du bassin Rhône-Méditerranée. Pollution PCB. Programme d'actions 2008-2010 du bassin Rhône-Méditerranée. Rapport d'étape (27 avril 2010)

Figure 8. PCB : résultats poissons 2005-2009



Délégation de Bassin Rhône-Méditerranée - DREAL Rhône-Alpes - avril 2010 - CL
Sources: DIREN- ONEMA- DDSV- CIPEL- DDE 13- CEMAGREF-SILA - CISALB - DREAL

Figure 9. PCB : résultats sédiments 2005-2008



Figure 10. Type d'interdiction de la pêche en vue de la consommation en Camargue



■ LES LAGUNES ET ETANGS

Les caractéristiques physico-chimiques du système Vaccarès et des étangs et lagunes associés, notamment le niveau d'eau et la salinité, sont étroitement dépendantes des conditions climatiques, des apports d'eau douce en provenance du drainage agricole et du Rhône via les rizières et de l'ouverture vers la mer. L'évolution de la salinité mensuelle du Vaccarès, mesurée depuis plusieurs décennies, témoigne des rythmes et amplitudes imposés par les apports d'eau douce de la riziculture.

Du point de vue de l'enrichissement en sels nutritifs, la qualité des étangs et lagunes de Camargue peut être considérée comme bonne, notamment par comparaison avec les étangs languedociens voisins. Toutefois les apports d'azote par les eaux agricoles - nitrates de l'eau d'irrigation du Rhône, plus ceux des fertilisants utilisés en Camargue - restent importants.

Les pesticides en Camargue ont deux voies d'entrée principales : la phase dissoute des eaux du Rhône et les rizières de Camargue. La source majeure des pesticides en Camargue est la riziculture à 90 % et le Rhône à 10 %. Les eaux d'exhaure en provenance des rizières sont un vecteur important d'apports de pesticides organochlorés qui sont bioconcentrés le long de la chaîne alimentaire et contaminent durablement les prédateurs en sommet de chaîne alimentaire, comme l'anguille.

> Qualité physico-chimique

Les paramètres physico-chimiques des lagunes de la Réserve Naturelle sont suivis en routine depuis plusieurs décennies par la Réserve Naturelle de Camargue. Dans le cadre du Forum Interrégional des Lagunes Méditerranéennes (FIL-MED) piloté par le pôle relais lagunes méditerranéennes, la Réserve Naturelle a engagé en 2008 un suivi physico-chimique des principaux plans d'eau de la Réserve, ce suivi respectant le protocole commun défini pour tous les gestionnaires de

lagunes (ancien suivi « FOGEM »)¹². Huit points sont ainsi échantillonnés afin de mesurer la température de l'eau (°C), la salinité (g/l et mS/cm), le pH, l'oxygène dissous (mg/l et %), et le potentiel Red-Ox (mV).

L'étang du Vaccarès est en contact indirect avec la mer via les « étangs » inférieurs. Elle reçoit aussi des eaux douces en provenance du drainage agricole et du Rhône via les rizières, ce qui influence ses caractéristiques. La salinité et le niveau d'eau¹³ dépendent des conditions climatiques, des apports d'eau douce de drainage et de l'ouverture vers la mer. Ils ne sont cependant pas directement corrélés entre eux.

En effet, lors de grands épisodes de sécheresse, les niveaux d'eau baissent mais la quantité totale de sel reste la même. Au contraire, l'ouverture des pertuis pour laisser l'eau des lagunes s'écouler à la mer, provoque une baisse du niveau d'eau et du stock de sel.

L'évolution de la salinité mensuelle du Vaccarès et de l'Impérial

- L'importance des volumes drainés vers le Vaccarès par la riziculture a conduit à la faible salinité (5 à 10 psu) de cet étang jusqu'en 1978,
- Jusqu'à la fin des années 80 : le Vaccarès est salé (20 à 35 psu) du fait d'apports rizicoles réduits et d'entrées de mer incontrôlées. La variabilité de la salinité y est forte, en particulier dans les étangs inférieurs. Les pics de salinité dans l'Impérial correspondent à des années très sèches.
- La deuxième période (de 1990 à 1997) est celle d'une dessalure du Vaccarès (jusqu'à moins de 5 psu) liée à l'augmentation des surfaces rizicoles, aux inondations de 1993 et à plusieurs années pluvieuses successives. La variabilité de la salinité y est très faible et on peut observer pendant

¹² Une convention de mise en commun et d'analyse comparée des données des gestionnaires de lagunes a été signée début 2009 avec le Pôle Relais Lagunes Méditerranéennes hébergé par la Tour du Valat.

¹³ R. Aufray, et al. Evolution de la Camargue : Hydrologie – Observatoire de la Camargue. Février 2007.

cette période, des salinités du Vaccarès plus faibles en été qu'en hiver (inversion du cycle naturel due aux apports rizicoles estivaux).

- La troisième période qui commence en 1998 jusqu'à nos jours correspond à une dessalure du Vaccarès (10 à 20 psu) due à des précipitations moyennes et à une politique volontariste d'échanges avec la mer et donc d'introduction de sel marin. La variabilité de la salinité retrouve un rythme et une amplitude plus satisfaisante.

Figure 11. Evolution schématisée des grandes tendances de la salinité de l'étang du Vaccarès depuis 1970 (source : R. Aufray, V. de Montéty et C. Perennou. 2007. Evolution de la Camargue : Hydrologie. Observatoire de la Camargue).

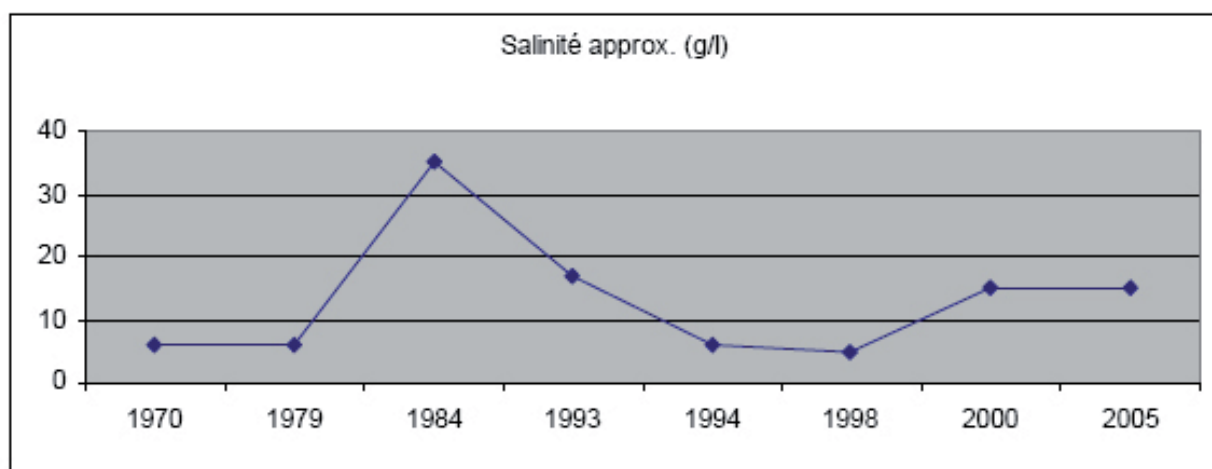
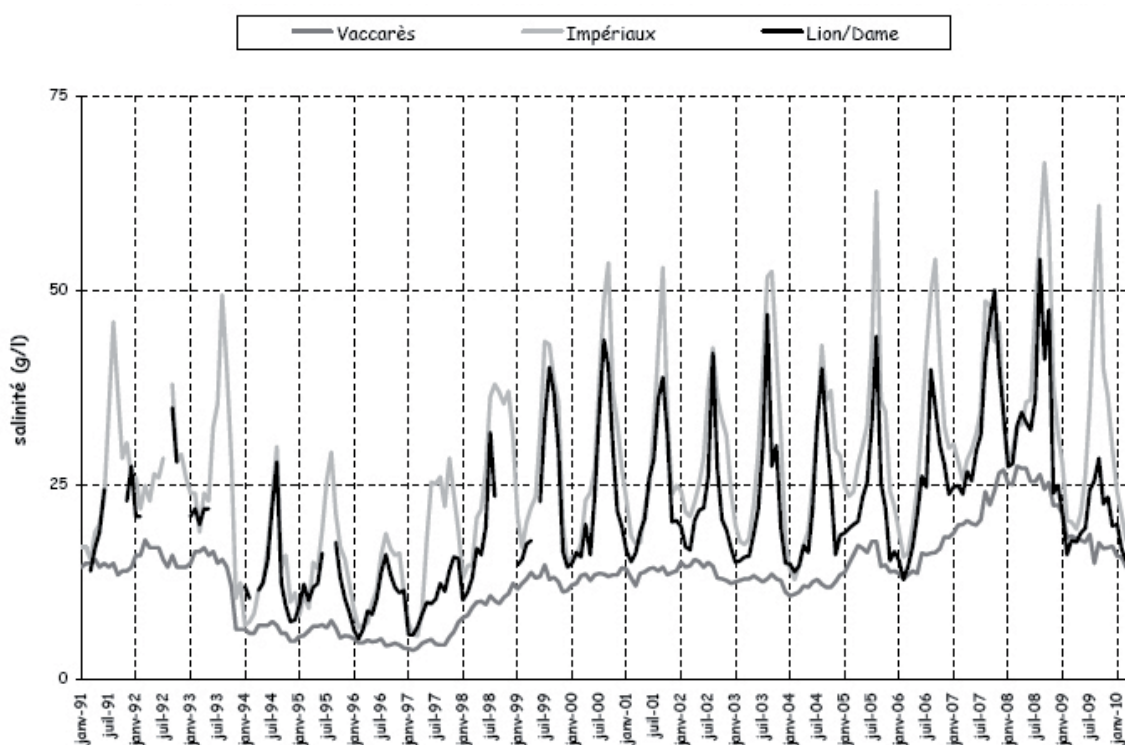


Figure 12. Evolution de la salinité mensuelle du système Vaccarès depuis janvier 1991 (source : SNPN Réserve nationale de Camargue. Compte-rendu scientifique 2009/2010).



L'évolution des niveaux du Vaccarès depuis 1970¹⁴

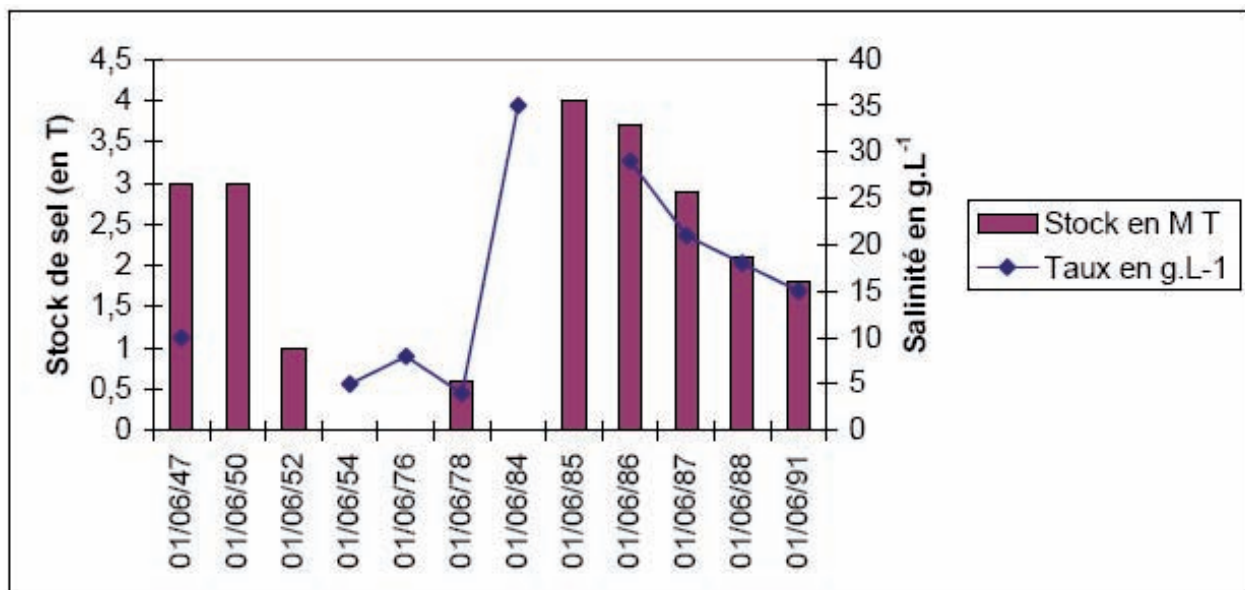
Deux grandes périodes peuvent être distinguées :

- La période 1970-1985 caractérisée par une surface rizicole faible (5 000 à 8000 ha) présente des niveaux estivaux bas. En période pluvieuse (1972 à 1977), une forte variabilité des niveaux, (de - 0,40 m en été à + 0,40 m en hiver) et en période sèche (1980 à 1985), une variabilité réduite (- 0,35 m en été à + 0,10 m en hiver),
- La période 1985-2006 caractérisée par une surface rizicole importante (10 000 à 20 000 ha) présente des niveaux estivaux élevés autour de la cote - 0,10 m avec en période pluvieuse (1994 à 1996) des niveaux hivernaux qui approchent + 0,50 m, la variabilité est importante mais décalée vers des cotes élevées. En période sèche, la variabilité est quasi inexistante, l'abaissement estival du plan d'eau étant fortement limité par l'apport du drainage agricole.

- La principale différence entre ces deux périodes réside dans l'importante élévation des bas niveaux moyens des étangs qui progresse en été de 0,20 m du fait de l'augmentation des rejets d'eau agricole

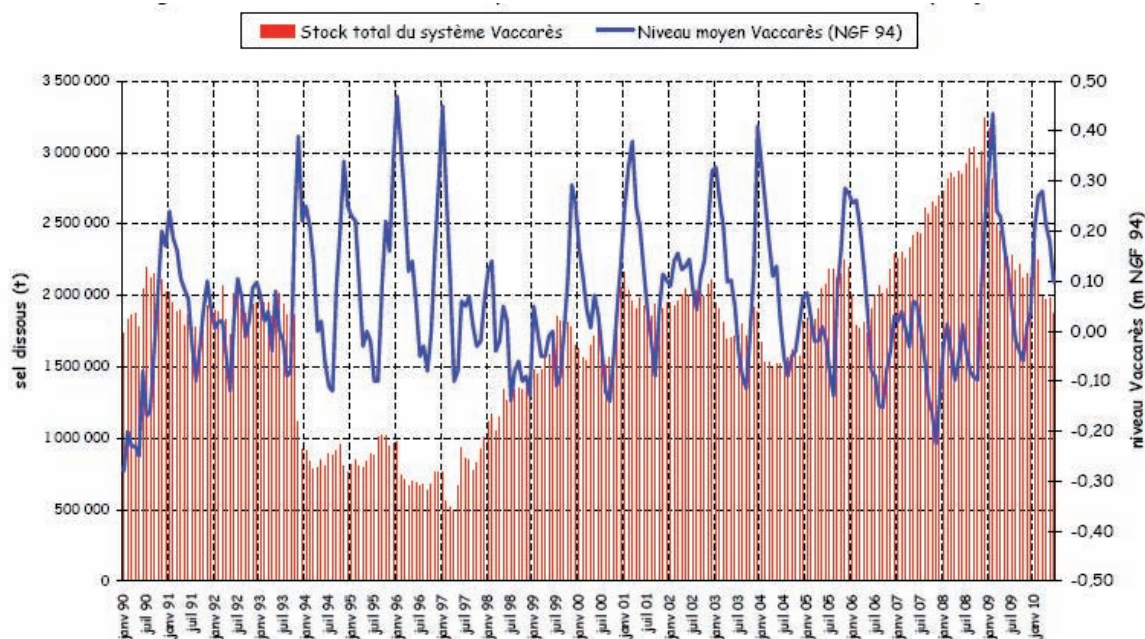
Salinité et stocks de sel dissous par contre varient beaucoup, en lien notamment avec les quantités d'eau des colatures rizicoles évacuées au Vaccarès, avec les crues et avec les précipitations locales.

Figure 13. Salinité et stock de sel (millions de tonnes) du Vaccarès de 1947 à 1991 (d'après Heurteaux, 1994)



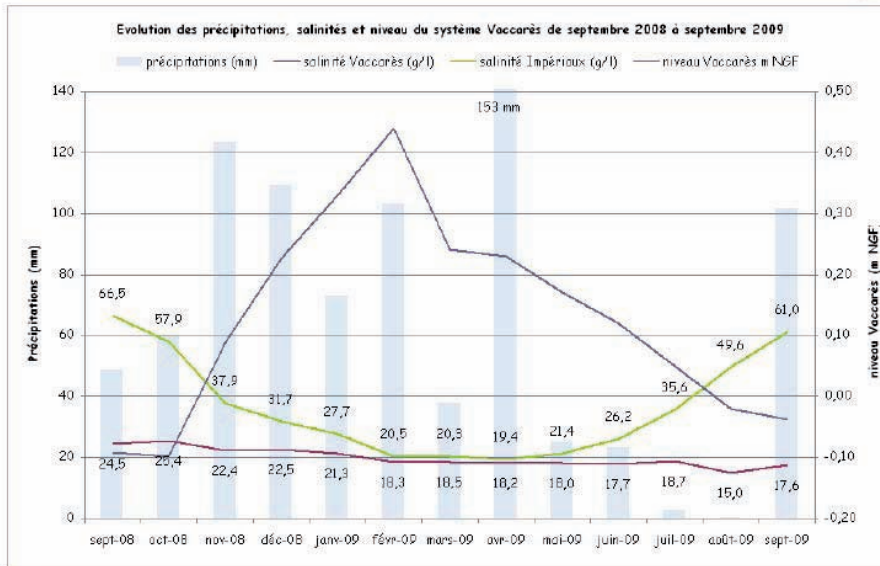
¹⁴ Commission Exécutive de l'Eau de Camargue. Evolutions et perspectives. Plan d'actions 2007-2012 (septembre 2007).

Figure 14. Evolution du stock de sel du système Vaccarès et du niveau du Vaccarès depuis janvier 1990 (source : SNPN Réserve Nationale de Camargue. Compte-rendu scientifique 2009/2010).

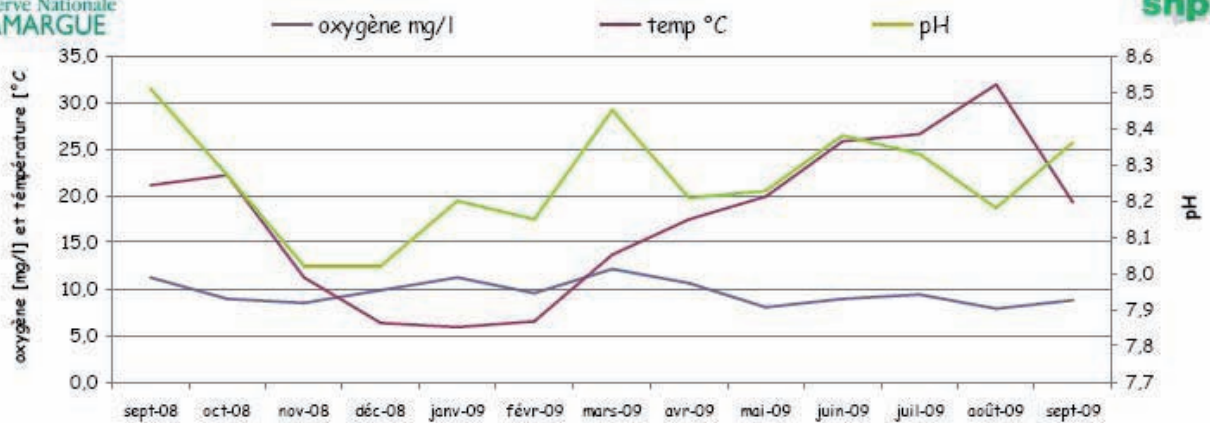


Des variations significatives sont aussi enregistrées à l'échelle du cycle annuel en fonction des conditions climatiques. A titre d'exemple, en septembre 2008, la salinité relevée a été de 66 g/L alors qu'en hiver 2008-2009 elle a été de 19-20 g/L liée aussi aux fortes précipitations de novembre 2008 à avril 2009. En avril il existe un fort drainage des rizières et l'eau vient s'écouler directement dans le Vaccarès, ce qui compense la forte évaporation estivale et la salinité ne varie pas comme celle des Impériaux. Concernant la température, un pic jusqu'à 32°C a été observé en été 2009. La concentration d'oxygène la plus basse observée a été de 6 mg/L en été, sans incidence sur la faune. Le potentiel redox est bas en été mais reste dans des valeurs normales le reste de l'année.

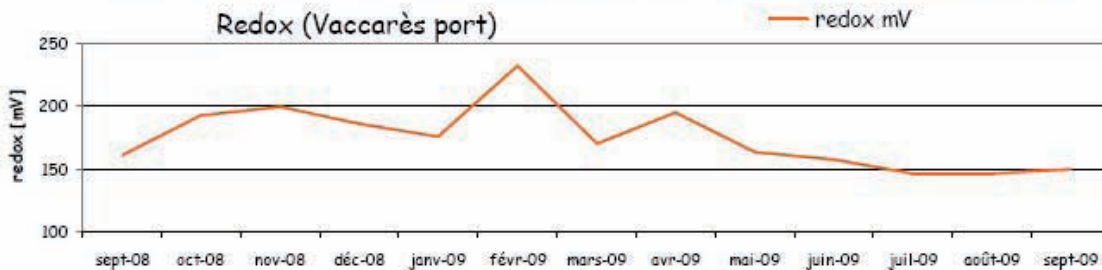
Figure 15. Evolution des précipitations, salinité et niveau du Vaccarès (courbe du haut), du pH, de l'oxygène dissous et de la température (courbe du milieu) et du rédox (courbe du bas) de septembre 2008 à septembre 2009. LISTE DES TABLEAUX A



Comparaison pH, oxygène dissous et température (Vaccarès port)



Redox (Vaccarès port)



> Les nutriments

Les étangs camarguais ne font pas l'objet d'un suivi systématique de l'eutrophisation comme les étangs languedociens dans le cadre du RSL (Réseau de suivi lagunaire opéré par la région Languedoc-Roussillon). Du point de vue de l'enrichissement en sels nutritifs, la qualité des étangs et lagunes de Camargue peut être considérée comme bonne, notamment par comparaison avec les étangs languedociens voisins siège d'une eutrophisation (développement algal) importante due à leur forte teneur en sels nutritifs. De telles crises dystrophiques ne sont pas observées en Camargue. Cependant des développements d'algues ont déjà été observés par le passé.

Les apports d'azote par les eaux agricoles (nitrates de l'eau d'irrigation du Rhône, plus ceux des fertilisants utilisés en Camargue) sont importants. Mais la dénitrification (transformation de l'azote en azote gazeux N₂ par les bactéries) est très active dans les canaux, marais et étang. Ce processus biologique permet d'évacuer une grande partie de l'azote du système camarguais. Il en résulte des concentrations en azote modérées, mais non négligeables dans les étangs et les lagunes.

Le phosphore quant à lui ne peut être évacué dans l'atmosphère. Il s'accumule donc sous forme minérale ou organique, principalement dans les sédiments, les teneurs dans l'eau sont en général très faibles. Cependant à l'occasion des coups de vent, le sédiment brassé peut relarguer le phosphore dans la colonne d'eau où des valeurs élevées en phosphore (0,6 mg/l P total) ont été mesurées.

Le suivi scientifique de la réserve naturelle de Camargue montre une relation de causalité entre les pics phytoplanctoniques et l'arrivée de nutriments, soit par la riziculture, soit par brassage des sédiments du Vaccarès et le relargage lors des épisodes pluvieux amenant à des sorties d'eaux à la mer. Le Vaccarès montre une grande stabilité en phytoplancton, que ce soit au niveau de la Capelière - cette station, proche de l'exutoire

Fumemorte n'en est que très peu affectée, ce qui montre le caractère ponctuel du phénomène - ou au niveau de Mornès. Les teneurs actuelles en azote et phosphore dans les eaux sont trop faibles pour provoquer une eutrophisation du milieu, mais l'apport continu de ces nutriments par les canaux de drainage doit être surveillé.

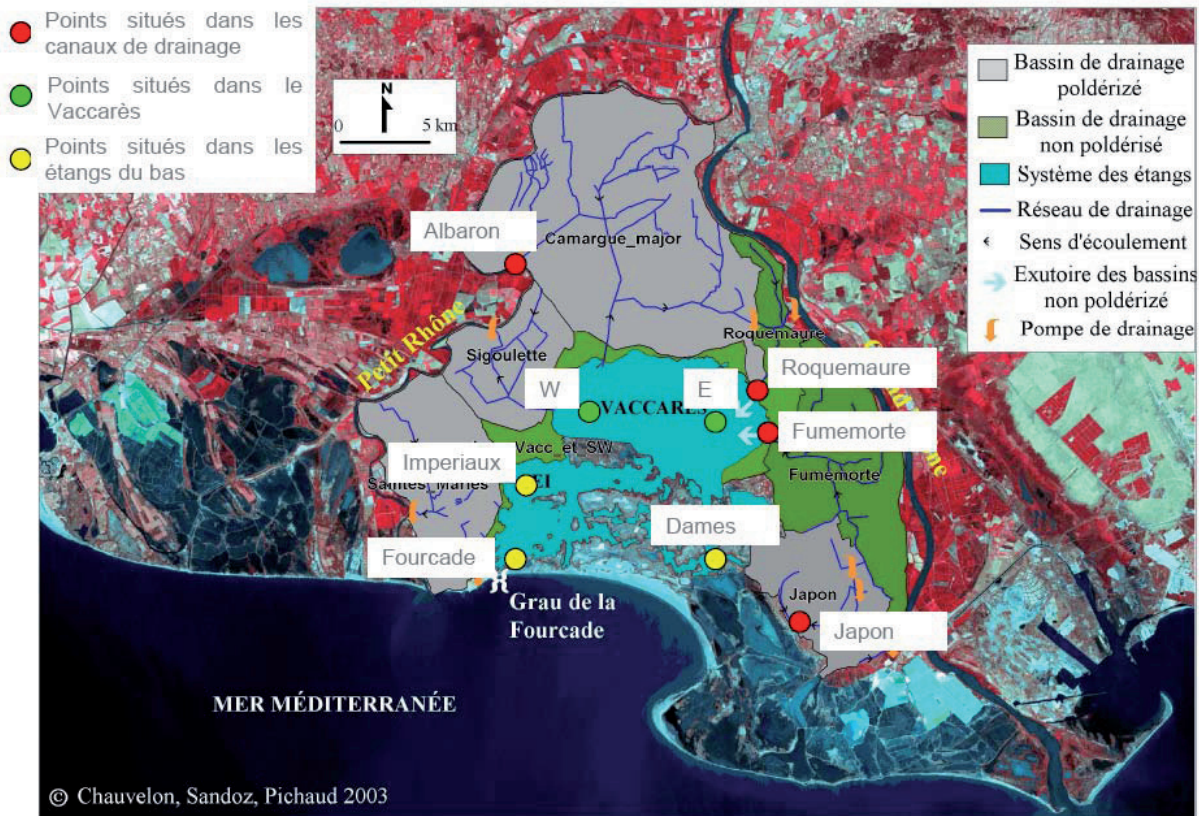
> Les pesticides

Les pesticides en Camargue ont deux voies d'entrée principales : les pesticides présents dans la phase dissoute des eaux du Rhône et les pesticides épandus sur les rizières de Camargue. Les pesticides issus du Rhône ou épandus en riziculture sont totalement différents à l'exception d'une molécule. On peut donc répartir les composés retrouvés selon leur origine et identifier la voie d'entrée majeure des pesticides en Camargue, à savoir 90 % issue de la riziculture et 10 % issus du Rhône¹⁵.

Les molécules les plus retrouvées en 2003-2004 dans la phase dissoute sont :

- Les herbicides de pré-levée (prétilachlore et oxadiazon) avec des concentrations pouvant aller jusqu'à quelques µg/L (1-5 µg/L) à l'exutoire des canaux d'irrigation,
- Les herbicides de post levée (bentazone, 2,4-MCPA et dichlorprop) avec des concentrations maximales comprises entre 1 et 5 µg/L à l'exutoire des canaux d'irrigation.

15 Laboratoire Chimie et Environnement, Université de Provence. Pesticides en Camargue: source, transport et devenir. Décembre 2006



Les mesures de pesticides effectuées en Camargue en 2003-2004 dans le cadre de l'étude citée conduisent aux conclusions suivantes :

- La source principale de pollution par les pesticides en Camargue est la riziculture. Cinq matières actives étaient présentes de manière récurrente dans les eaux de surface de Camargue. Il s'agit de l'oxadiazon, du prétilachlore, du MCPA, de la bentazone et du dichlorprop. L'alphaméthrine, l'insecticide le plus largement utilisé pour la lutte contre la pyrale, n'a jamais été retrouvé dans la phase dissoute des eaux de Camargue à des concentrations supérieures à 1 ng/L.
- La pollution chimique par les pesticides est de type pulsée car elle apparaît sous forme de pics de pollution. Les pics de pollution sont directement corrélés aux pratiques agricoles et notamment aux périodes d'épandage des pesticides ainsi qu'à celles des vidanges des rizières.
- Deux pics de pollutions sont clairement identifiés : l'un en avril correspondant à l'usage d'herbicides de pré-levée

(oxadiazon et prétilachlore) ; l'autre en juin correspondant à l'usage d'herbicides de post-levée (MCPA, bentazone, dichlorprop). Les cinétiques de transfert des pesticides dans les rizières sont rapides et les pics de pollution apparaissent 8 à 15 jours après l'épandage des matières actives à l'exutoire des canaux de drainage et dans les étangs.

- Les concentrations maximales retrouvées en oxadiazon, prétilachlore, MCPA, bentazone et dichlorprop lors des pics de pollution se situent entre 1 et 5 µg/L à l'exutoire des canaux de drainage et entre 0,1 et 0,5 µg/L dans les étangs. Toutefois, on assiste à une dissipation rapide des résidus de pesticides. Les concentrations de ces derniers se situent en dessous de 0,1 µg/L deux mois après leur application au champ. On estime l'exposition des organismes aquatiques à de fortes concentrations en pesticides (quelques µg/L) à une durée ne dépassant pas quinze jours. La photodégradation constitue sans aucun doute la voie majeure de dissipation des pesticides dans les étangs.

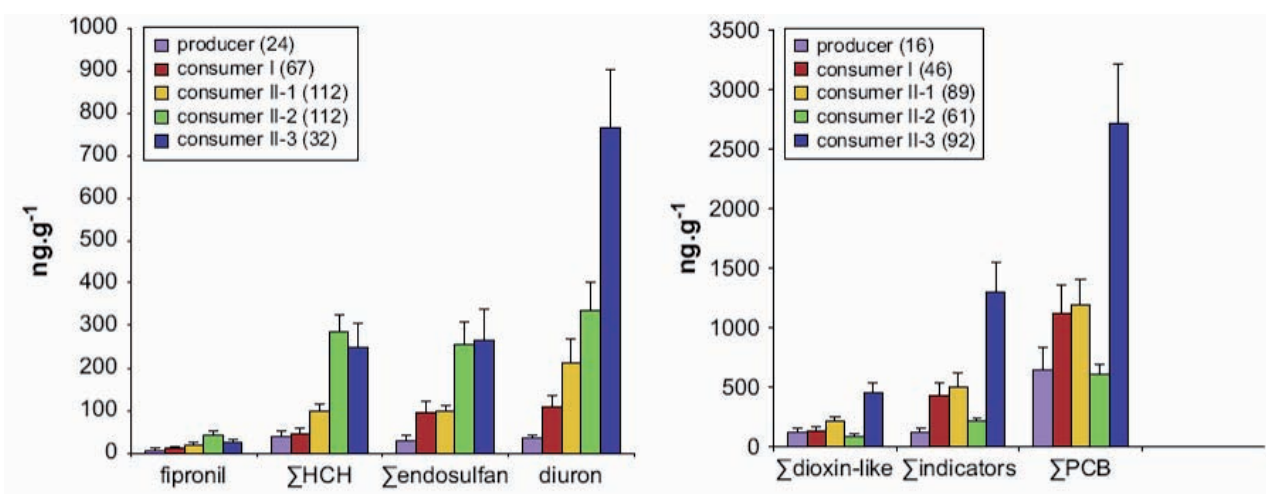
- Les herbicides de pré-levée apolaires (oxadiazon et prétilachlore) sont présents dans les eaux de surface de Camargue à des concentrations similaires à celles des herbicides polaires (MCPA, dichlorprop, bentazone). Ce comportement singulier peut être attribué aux pratiques agricoles et notamment aux vidanges des parcelles rizicoles qui sont à l'origine d'un transfert important de ces matières actives.
- Les taux de transfert des pesticides des parcelles vers les canaux de drainage et les étangs oscillent entre 5 % pour les composés les plus apolaires (exemple : oxadiazon) et 30 % pour les composés les plus polaires (exemple : MCPA). Ces taux de transfert sont incontestablement supérieurs à ceux observés pour d'autres systèmes culturels « continentaux ».

Le processus de bioconcentration des polluants organochlorés dans les chaînes alimentaires en Camargue est démontré pour les pesticides comme le lindane et l'endosulfan, interdits depuis plusieurs années, le diuron, herbicide encore utilisé et les PCB. Une étude récente¹⁶ exploite les résultats de plus de dix années de recherches et de mesures en Camargue. Elle démontre que les molécules, comme le lindane et l'endosulfan ainsi que leurs isomères et métabolites, sont bioconcentrées le long de la chaîne alimentaire et contaminent durablement les prédateurs en sommet de chaîne alimentaire comme l'anguille.

Les eaux d'exhaure en provenance des rizières : un vecteur important d'apport de pesticides organochlorés

Une étude de terrain a été menée pendant la période de culture du riz sur une parcelle de 120 ha aménagée avec un réseau unique de drainage*. Les mesures sur les eaux de ruissellement ont montré que les concentrations en Alphaméthrine, MCPA, Oxadiazon, Pretilachlore et Alphaméthrine ne dépassaient pas 0,001 mg/L. Trois autres pesticides ont été identifiés à des concentrations variant entre 5,2 et 28,2 mg/L immédiatement après leur application, mais décroissant rapidement. L'étude conclut que les eaux d'exhaure en provenance des rizières sont un vecteur important d'apport de pesticides organochlorés vers les zones humides de Camargue. La dégradation, la lixiviation dans les eaux souterraines et l'absorption par les sols conduiraient à une perte en masse de 18 à 42 % des apports initiaux pour le MCPA.

* Comoretto, L. Runoff of pesticides from rice fields in the Ile de Camargue (Rhône river delta, France): Field study and modeling. *Laboratoire Chimie et Environnement, Université de Provence. Environmental Pollution*, 151 (2008) 486-493.



16 Roche, H. 2009. Organochlorines in the Vaccares Lagoon trophic web (Biosphere Reserve of Camargue, France). *Environmental Pollution* 157 (2009) 2493-2506

> Les métaux lourds

Les teneurs en métaux ont été mesurées ponctuellement (1997-1998) dans les sédiments du Vaccarès. Les concentrations sont très faibles, à l'exception du plomb, du cuivre et du cadmium pour lesquels des teneurs basses, mais non négligeables, ont été relevées (respectivement 10 à 15 mg/kg, 5 à 15 mg/kg, 0,1 à 0,15 mg/kg). Si l'accumulation du cuivre et du plomb peut s'expliquer par les apports d'eau de drainage issue de pompage au Rhône, la présence de cadmium laisse penser à une contamination endogène ou par le Rhône mais plus ancienne.

■ LES CANAUX

Les canaux d'irrigation et de drainage participent à la « trame verte et bleue » en Camargue. Leurs fonctions sont multiples : vecteurs d'eau douce et de substances toxiques, corridors biologiques, habitats, épuration des eaux, stabilisation des berges et éléments de la trame paysagère.

Les canaux d'irrigation et de drainage jouent un rôle essentiel de connections entre les différents compartiments hydrologiques de la Camargue participant ainsi à la trame verte et bleue, depuis les hauteurs de l'amont auxquels peut être associé le Rhône jusqu'aux zones côtières incluant les étangs centraux.

Fonction de transport (eau et composés chimiques)

Le réseau de drainage alimente en eau douce les territoires peu aménagés comme les marais, les sansouires, les roselières en fonction des besoins des usages qui s'y développent (culture, chasse, élevage) et participe à leur maintien en eau et à la limitation de la salinité. Cette fonction rend ces milieux d'autant plus vulnérables que les canaux sont de vecteurs de polluants. La qualité biologique des canaux reste inquiétante au regard des données disponibles sur l'état des peuplements piscicoles.

Fonction de corridor biologique

Une fonction fondamentale est de connecter les différents réseaux de canaux entre eux et la qualité biologique de la Camargue dépend en grande partie de la gestion hydraulique des canaux. Les peuplements piscicoles se maintiennent en Camargue grâce à cet important réseau d'eau douce. Mais des efforts sont à entreprendre pour reconquérir les axes de vie des espèces migratrices. Les canaux d'assainissement principaux facilitent également le déplacement de la cistude d'Europe et se révèlent essentiels pour le suivi de populations fragmentées.

Les milieux associés que représentent les boisements riverains forment également des corridors naturels qui permettent à des espèces de se déplacer le long des réseaux hydrographiques. C'est le cas du castor, espèce emblématique qui peut potentiellement se servir du réseau pour pénétrer dans l'île de Camargue. Mais l'effet corridor rend les canaux de drainage particulièrement sensibles aux invasions par des espèces étrangères. Les espèces pionnières et envahissantes se propagent par exemple à partir de sites perturbés par des travaux de génie civil (les affaissements de berges sont des sites favorables à la recolonisation par la jussie).

Fonction d'habitats

Les canaux constituent un biotope à part pour de nombreuses espèces aquatiques (amphibiens, reptiles, poissons) et inféodées aux ceintures de végétation rivulaire (avifaune). Les canaux ont une utilité lorsqu'ils sont imbriqués dans un système complexe d'étangs et de marais car même s'ils ne constituent pas un habitat préférentiel, ils peuvent servir d'habitat occasionnel ou de sites d'alimentation, de nidification, de repos pour certaines espèces (cas du butor étoilé).

Fonction d'épuration des eaux

Les différents types de végétation jouent un rôle dans la rétention ou la dégradation de certains polluants. L'efficacité de certains processus biochimiques a été mise en évidence

notamment sur le bassin de Fumemorte, mais cette fonction est limitée en fonction des seuils de pollution et de la nature des polluants.

Fonction de stabilisation des berges

La végétation rivulaire (boisements, formations herbacées) protège les berges contre l'érosion et permet de réguler les phénomènes géomorphologiques.

Fonction paysagère

Dans le contexte camarguais où les contraintes naturelles ne permettent pas le développement de forêts, le réseau de canaux joue un rôle important dans la valorisation du paysage. Même si ces formations rivulaires n'ont pas toujours une forte valeur écologique, elles introduisent dans le paysage camarguais une trame verte structurante.

■ LES EAUX SOUTERRAINES

L'hydrogéologie du delta de la Camargue est caractérisée par deux aquifères : une nappe profonde captive dans les cailloutis et une nappe phréatique salée dans les formations géologiques supérieures. Cette nappe superficielle dépend étroitement des apports d'eau douce par la riziculture.

Les aquifères présents dans le delta correspondent à deux formations géologiques différentes :

- Une nappe profonde (toit de -50 m à -80 m) captive dans les cailloutis correspondant à l'ancien cône de déjection de la Durance et du Rhône. Le plus souvent salée, elle est en contact avec le biseau salé.

Les salinités et niveaux piézométriques des nappes phréatiques superficielle et profonde (nappe captive pour cette dernière) sont suivis par intermittence depuis la fin des années 1960 en un certain nombre de points de l'île de Camargue.

Les évolutions pour la nappe profonde montrent une tendance à la salinisation dans certains secteurs. L'évolution des

niveaux de la nappe sur le long terme est moins apparente.

- Une nappe phréatique ou salée dans les formations géologiques supérieures de la Camargue. D'une profondeur de 10 m à 50 m, elle est alimentée par les eaux de pluie et les eaux d'irrigation. Il est montré que le Rhône se trouve en général assez indépendant de cette nappe à cause de la mauvaise perméabilité des terrains. Cet aquifère supérieur est en majeure partie saumâtre ou salé et même parfois sursalé. La présence d'eau douce est en grande partie due à l'irrigation qui permet de dessaler les terres.

La nappe superficielle dépend fortement des apports d'eau douce par la riziculture.

- En été, les apports d'irrigation élèvent fortement le niveau de la zone d'eau douce qui repousse les eaux saumâtres sous-jacentes dans les zones basses voisines. La salinité du sol diminue dans les zones rizicoles. Elle augmente dans les parties non irriguées à la périphérie de marais sous l'effet de l'évaporation.
- En hiver, les apports d'eau douce sont essentiellement conditionnés par la pluviométrie. La nappe phréatique déformée par les apports d'irrigation de l'été prend alors une allure plate, s'établissant à un niveau moyen élevé.

Figure 16. Localisation des stations de mesures des salinités et piézométries des nappes superficielle (cercles verts) et profonde (carré rouges) en Camargue (source : R. Aufray, V. de Montéty et C. Perennou. 2007. Evolution de la Camargue : Hydrologie. Observatoire de la Camargue).

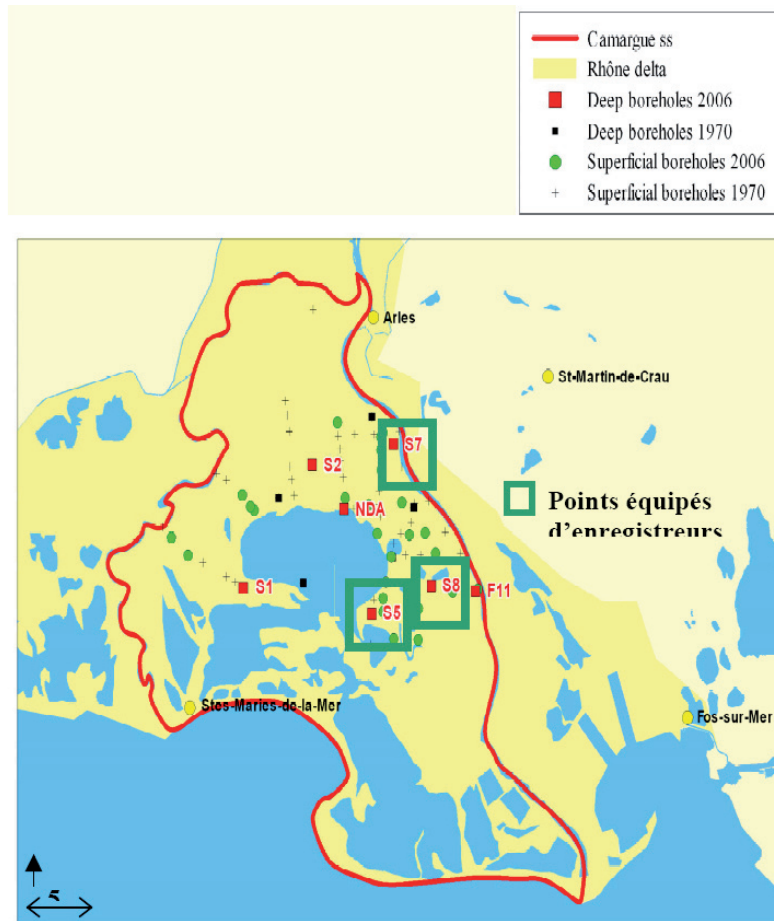
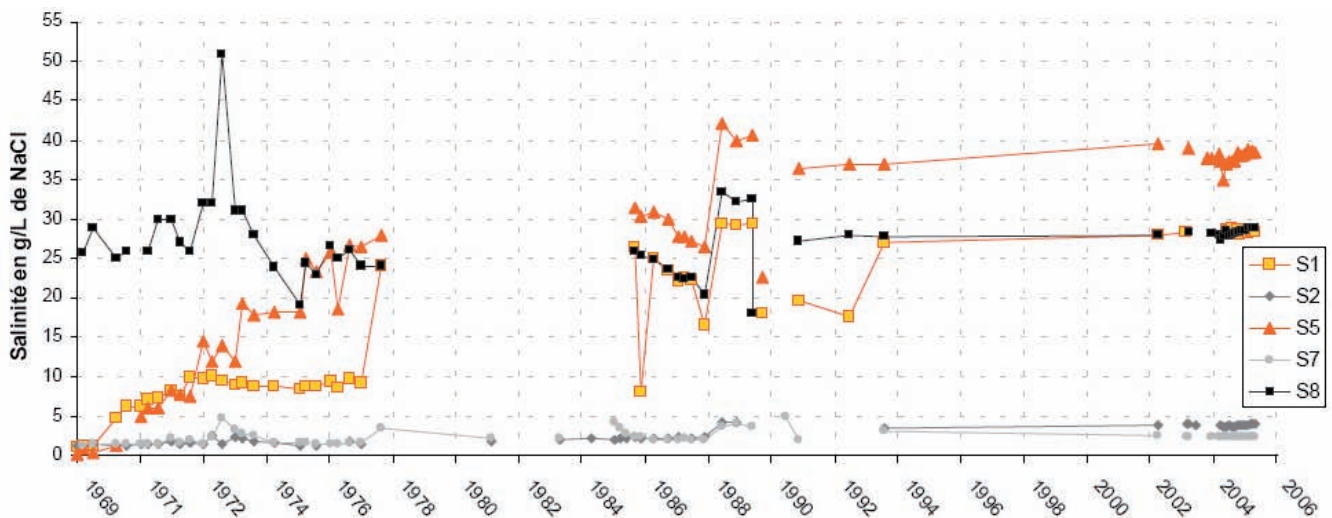


Figure 17. Variation de la salinité de la nappe profonde en Camargue (source : ibid.)



■ LA MER

Les quatre sites de baignade localisés à l'intérieur du périmètre du Contrat de delta ont une eau d'excellente qualité bactériologique (classe A). Pour la côte camarguaise, les résultats de la surveillance microbiologique en 2009 ne montrent pas de situation d'altération de la qualité microbiologique des coquillages et du milieu marin. On note par ailleurs une tendance à la décroissance des concentrations pour le cadmium, le plomb et le mercure dans la chair des coquillages (moules). Enfin, les apparitions de phytoplancton toxique en Camargue sont très épisodiques et de faible importance.

> Les eaux de baignade

Le contrôle sanitaire des eaux de baignade est mis en œuvre à l'échelon préfectoral par les Agences régionales de la santé (ARS), services déconcentrés du ministère chargé de la santé. Quatre sites de baignade font l'objet d'un contrôle sanitaire dans le périmètre du Contrat de delta : les plages de Crin-blanc, Arènes et la Brise aux Saintes-Maries-de-la-Mer et la plage de Piémanson sur Arles.

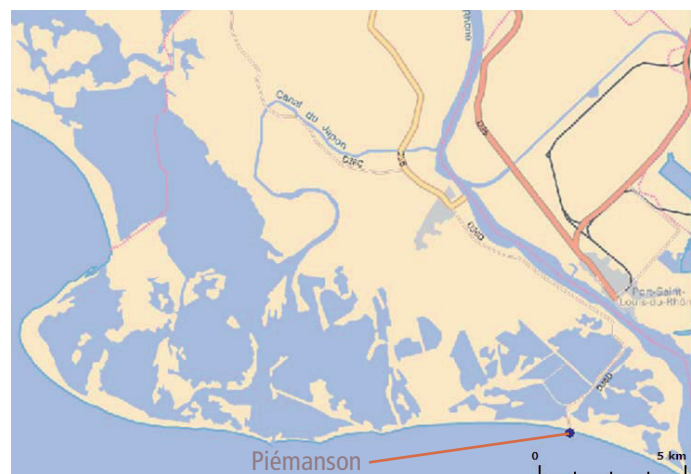
Le suivi, effectué durant la saison balnéaire, détermine le classement de la plage sur une échelle de quatre niveaux de qualité en fonction des résultats d'analyses microbiologiques et physico-chimiques : les classes A et B, conformes à la réglementation, les classes C et D, non conformes à la réglementation.

La qualité des eaux de baignade montre une stabilisation vers des eaux de bonne qualité dans les quatre dernières années (classe A), à l'exception de la plage de Piémanson pour la seule année 2009 où la qualité est restée moyenne.

Figure 18 : Localisation des eaux de baignade DDASS sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer



Figure 19 : Localisation des eaux de baignade DDASS sur la commune d'Arles



Points de surveillance		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Saintes-Maries-de-la-Mer	Crin blanc	11C	10A	11B	10B	B	A	A	A	15A
	Les arènes	11C	10A	11B	10B	A	B	A	A	A
	La Brise	11C	10A	11B	10C	B	A	A	A	A
Arles	Plage de Piémanson	20B	18A	20A	19B	A	A	A	B	10A

A bonne qualité

B qualité moyenne

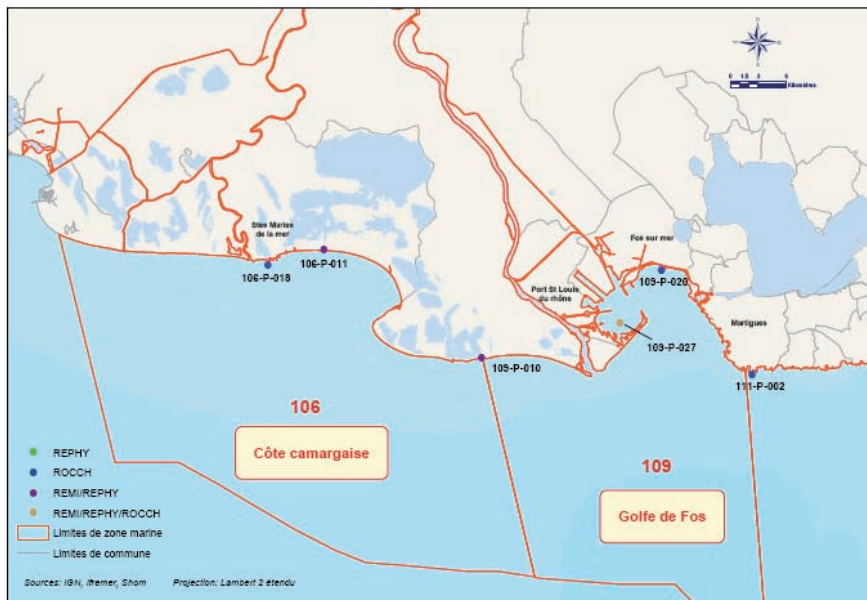
C momentanément polluée

D mauvaise qualité

> La qualité des eaux, des sédiments et de la matière vivante

Zone N° 106 – Côte camarguaise

Zone N° 109 – Golfe de Fos



Les résultats de la surveillance microbiologique REMI 2009¹⁷ ne montrent pas de situation d'altération de la qualité microbiologique des coquillages et du milieu marin, pour les zones du gisement naturel de tellines en Camargue (points Rousty et Courbe) et pour la concession mytilicole de l'Anse de Carteau (golfe de Fos), classées B. Ceci est vérifié en 2009. On note le maintien de l'amélioration observée de la qualité du milieu marin sur la Camargue (points Rousty et Courbe).

Tableau 8. Situation du classement des zones conchylicoles en Camargue

Sites	N° zone	Groupe de coquillages	Points de surveillance REMI	Classement sanitaire (1)
Gisement de tellines de Camargue	13.01	Groupe 2 Tellines	Rousty	B (2)
	13.04	Groupe 2 Tellines	Courbe	B (2)
Golfe de Fos	13.06.01	Groupe 3 Tellines	Anse de Carteau 2	B (2)

(1) Référence : arrêté du 21 mai 2009 (2) Référence : Arrêté préfectoral du 09/11/2006

17 IFREMER. Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance. Régions : Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse, édition 2010. Direction des opérations / Laboratoire Environnement Ressources. Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse. Avril 2010 – RST/LER/10-04

Les mesures du REPHY en 2009 faisaient état des résultats suivants :

- Dinophysis est observé sur le littoral de Camargue, surtout de fin avril à fin octobre, mais ces apparitions sont très épisodiques et de faible importance.
- Pseudo-nitzschia est observé sur le littoral de la Camargue (points Courbe et Rousty) et le golfe de Fos (point Anse de Carteau 2), en particulier en mai et juin, où le seuil d'alerte a été également dépassé à plusieurs reprises.

Les résultats ROCCH 2009, pour la côte camarguaise (Saintes-Maries-de-la-Mer), montrent dans la chair de coquillages (moules), une tendance à la décroissance des concentrations pour le cadmium, le plomb et le mercure.

LES MILIEUX NATURELS

LES DIFFERENTS MILIEUX ET LEUR EVOLUTION RECENTE

Quatre grands types de milieux caractérisent la Camargue : les milieux agricoles, les milieux naturels, le milieu salinier et les zones urbaines. Entre 2001 et 2006, les milieux agricoles ont gagné 35 ha sur les milieux naturels surtout au détriment des marais doux à saumâtre.

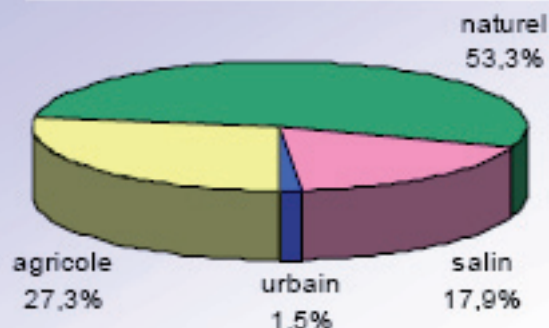
> Quatre grands types de milieu

- Les milieux agricoles occupent traditionnellement les terres hautes sur les bourrelets alluviaux anciens et actuels, bien que la riziculture ait permis de gagner, dans les marges, sur les espaces plus bas des pelouses, des marais et des sansouires. Ils sont pratiquement absents en basse Camargue.
- Les milieux naturels occupent plus de la moitié du périmètre. Ils sont dominés par les zones humides, et sont surtout situés dans le secteur de la moyenne et basse Camargue où ils représentent jusqu'à 75 %.
- Le milieu salinier se répartit entre les salins de Salin-de-Giraud et ceux d'Aigues-Mortes.
- Les zones urbaines s'organisent autour de deux centres urbains (Saintes-Maries-de-la-Mer et Salin-de-Giraud), neuf hameaux (Albaron, Gageron, Gimeaux, Le Paty-de-la-Trinité, Le Sambuc, Pioch Badet, Saliers, Salin-de-Giraud, Villeneuve) et de nombreux mas dispersés sur tout le territoire.

Cet aperçu permet de tracer un rapide portrait du territoire actuel du Parc de Camargue :

- Une ceinture de zones agricoles contenant un habitat rural très dispersé,
- Une forte prédominance de zones naturelles protégées,
- Une absence quasi-totale de zones d'activités,
- Une faible potentialité de développement urbain due à la rareté des zones constructibles à cause des zones

Répartition de l'occupation du sol par grand type



inondables.

Type de milieu	Superficie (ha) en 2006
Naturel	43 868
Agricole	22 441
Salin	14 763
Urbain	1 232
Total	82 304

L'évolution de 1991 à 2001

De 1991 à 2001, l'évolution de l'occupation du sol en Camargue est constante, à quelques nuances près :

- Le riz, malgré quelques difficultés d'ordre économique, semble capable de se maintenir largement en Camargue. Il y a des redistributions certaines au sein des milieux agricoles.
- Les friches agricoles, récentes ou anciennes, couvrent une surface en augmentation. Les friches anciennes évoluent vers des milieux naturels et surtout vers les pelouses.
- Les surfaces de milieux naturels ont globalement peu évolué, les marais restent importants et une part croissante est protégée.
- La décennie 1991-2001 semble marquée par une convergence croissante entre agriculture et protection de l'environnement. Le succès des mesures agro-environnementales laisse présager une gestion future plus respectueuse des milieux naturels.
- Les zones humides ont pris une

importance économique accrue, qu'elles soient utilisées pour la chasse ou pour les activités de loisirs.

L'évolution de 2001 à 2006

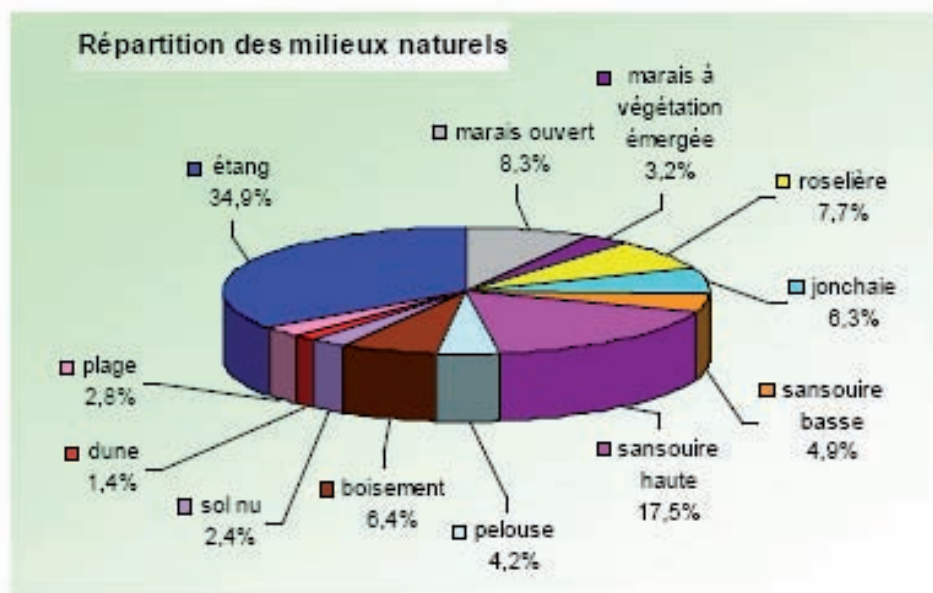
Depuis 2001, la situation est globalement stable mais enregistre quelques changements notables :

- Une évolution interne aux milieux agricoles très nette et dynamique,
- Une répercussion quasi-immédiate de la conjoncture mondiale du marché agricole marquée par une hausse importante du blé par rapport au riz en 2006,
- Les milieux agricoles ont gagné 35 ha sur les milieux naturels stricto sensu surtout au détriment des marais doux à saumâtre (jonchaie, roselière, marais ouverts et autres marais à végétation émergée),
- Les milieux naturels sont stables dans leur globalité avec une relative fermeture des marais ouverts,
- Les milieux (naturels et agricoles) liés à l'élevage connaissent une évolution assez significative. En effet, les cultures fourragères comme les prés ont triplé,
- La tendance vers la conversion de terres agricoles en pâturage se confirme de plus en plus nettement.

LES HABITATS ET ESPECES DE LA FAUNE EN CAMARGUE ¹⁸

Les habitats camarguais sont essentiellement liés au domaine laguno-marine de la Camargue : sansouires, boisements dunaires, mares et marais temporaires saumâtres, lagunes saumâtres et pelouses naturelles (voir tableau 8). La Camargue compte plus de 200 espèces faunistiques et floristiques qui bénéficient d'inscriptions sur une liste de protection. Le développement des activités économiques sur le territoire de la Camargue a entraîné une perte de milieux naturels importante évaluée à 43 % entre 1942 et 1984, bien qu'une certaine stabilité soit observée depuis.

L'enjeu majeur est la préservation et la restauration des habitats spécifiques de Camargue présentant un fort intérêt patrimonial : sansouire - habitat ayant fortement régressé sur la partie amont du delta -, mares et marais temporaires saumâtres, boisements dunaires et pelouses naturelles. Pour les espèces, l'enjeu principal porte sur la préservation de nombreuses espèces rares et menacées.



¹⁸ PNRC, 2001. Les milieux naturels humides de Camargue : enjeux et perspectives. Synthèse de l'étude SCE.

La désignation de la Camargue au titre des zones humides d'importance internationale par la convention de Ramsar se justifie par la richesse et la diversité des habitats d'intérêt patrimonial reconnu comprenant :

- 7 habitats d'intérêt communautaire et prioritaires,
- 33 habitats d'intérêt communautaires,
- 2 habitats d'intérêt national,
- 3 habitats d'intérêt régional.

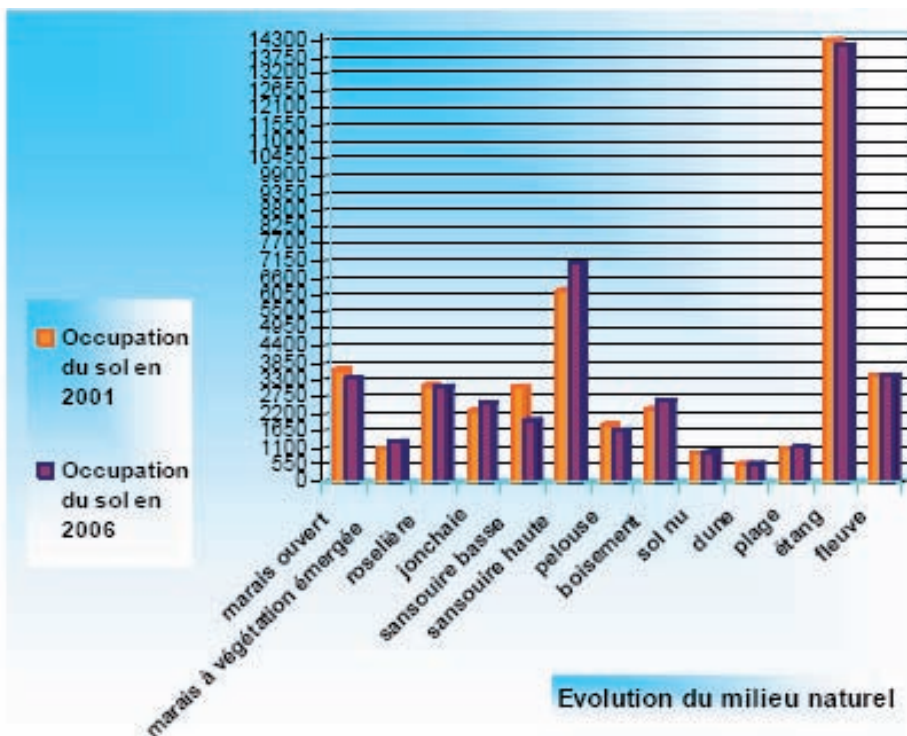
La Camargue compte plus de 200 espèces faunistiques et floristiques qui bénéficient d'inscription sur une liste de protection.

La flore compte 59 espèces d'intérêt patrimonial dont près de la moitié est directement liée aux milieux littoraux et saumâtres et plus de un tiers à des milieux humides ou aquatiques d'eau douce. Un peu plus de 20 % des espèces de la flore française sont recensées en Camargue.

Pour la faune, 152 espèces animales sont reconnues d'intérêt patrimonial dont 115 espèces d'oiseaux. La Camargue est le premier site national pour sa richesse en avifaune car un peu plus de la moitié des espèces d'oiseaux présentes en France y sont recensées.

A l'échelle de la Camargue, cette richesse des habitats et des espèces est conditionnée par trois composantes fondamentales :

- des conditions originales liées au sol et à l'eau, variables selon la situation géographique et la nature des sols,
- la variabilité annuelle et interannuelle du cycle de l'eau et des conditions environnementales,
- la présence de grands ensembles de végétations et d'une mosaïque d'habitats juxtaposés et interconnectés.
- L'étude de l'évolution des sansouires basses montre que plus de 1 200 ha de leur surface ont évolué vers des sansouires hautes. Cette évolution s'explique par une densification des sansouires basses mais également par un travail plus précis de la photo-interprétation de 2006. Même si les marais paraissent stables, on observe un recul de la surface des marais ouverts (près de 300 ha) au profit des marais à végétation émergée et des jonchaies.
- Les boisements enregistrent une évolution de 210 ha, due notamment à l'approche plus fine de leur superficie en 2006. Les pelouses, assez peu significatives



sur la surface totale des milieux naturels, prennent néanmoins de l'ampleur si l'on prend en compte la surface apportée par les friches anciennes tendant vers ce milieu (gain de plus de 2 250 ha). Ces surfaces disponibles peuvent notamment constituer une ressource supplémentaire en pâturage pour l'élevage bovin, en constante progression en Camargue.

Tableau 9. Evolution et intérêt patrimonial des habitats naturels en Camargue

Habitats naturels	Evolution	Intérêt patrimonial	Habitats
Sansouires	Les sansouires font partie des milieux ayant subi les plus fortes diminutions en surface depuis 50 ans. Cette évolution a été ralentie par la mise en protection de la plus grande partie des sansouires situées au Sud de la Camargue. Il n'en subsiste que de très faibles surfaces au Nord de la Camargue. Près de 50 % des sansouires de Camargue se trouvent sur des espaces protégés par acquisition foncière ou par règlement (réserves). Les sansouires hautes sont moins protégées (36 % sur des espaces protégés) que les sansouires basses (60 %).	Très fort (Paysager, culturel, faune, flore)	9 habitats d'intérêt communautaire :
Ripisylves	Les ripisylves ont fortement régressé avec la construction des digues du Rhône. Ce sont des formations qui prennent toute leur valeur écologique si elles peuvent constituer des grands ensembles en continuité, ce qui est exceptionnellement le cas aujourd'hui.	Très fort	5 habitats d'intérêt communautaire
	Les boisements dunaires n'ont subi que peu d'évolution en surface depuis les cinquante dernières années, notamment parce que l'essentiel des superficies se trouve sur des espaces protégés durablement	Très fort	2 habitats d'intérêt communautaire et prioritaire et 3 habitats d'intérêt communautaire
Forêts de plaine		Intérêt patrimonial plus faible.	
Pelouses	Même si leur régression est aujourd'hui contenue, les pelouses font partie, avec les sansouires, des milieux qui ont le plus perdu de surface depuis 50 ans. Plus de 20 % des pelouses présentes en Camargue se trouvent sur des espaces protégés, essentiellement la réserve nationale et les marais du Vigueirat.	Très fort	2 habitats d'intérêt communautaire
Mares et marais	Ces habitats sont imbriqués dans d'autres unités plus grandes (sansouires). Il est probable que les diminutions en superficie ont été importantes d'autant plus que les milieux temporaires ne présentent que peu d'intérêt pour les usages traditionnels (pâturage) et même pour l'avifaune. La plupart de ces mares, par la mise en place d'une gestion de l'eau, ont perdu leur caractère temporaire et sans exutoire, pour évoluer vers des marais doux. On estime à environ 50 ha la superficie de mares temporaires en Camargue.	Très fort	1 habitat d'intérêt communautaire et prioritaire
Marais doux et roselières	Les marais doux et roselières ont subi des diminutions moins importantes que les autres habitats et, dans certains secteurs de Camargue, leur superficie a plutôt augmenté. Mais leur fragmentation pour faciliter la gestion hydraulique sous forme de petites parcelles (« mares à canards ») leur ont fait perdre une grande partie de leur valeur patrimoniale. Il faut souligner le cas particulier des marais à Cladium, localisés exclusivement dans le plan du Bourg. Ces derniers sont d'un intérêt patrimonial très fort et sont soumis aux menaces de destruction et fragmentation.	Modéré	1 habitat d'intérêt communautaire et 2 habitats d'intérêt régional
Lagunes	La qualité des lagunes situées au Sud de la digue à la mer, reste relativement bonne, même si elles subissent des crises périodiques. Leur dynamique est lente. Pour les étangs saumâtres, qualité de l'eau est atteinte par une diminution de la variabilité des niveaux d'eau et de salinité, par l'augmentation du niveau trophique des eaux et par la contamination de polluants.	Très fort (paysager, faune, flore, culturel)	Les lagunes de Camargue sont regroupées au sein d'un habitat d'intérêt communautaire et prioritaire : lagunes
Dunes littorales et plages	Les dunes sont des milieux actuellement en mauvais état de conservation, leur développement et leur extension étant fortement contraints par la présence de la digue à la mer et des digues frontales, l'érosion du littoral et la sur-fréquentation.		2 habitats d'intérêt communautaire et 3 habitats d'intérêt communautaire :
Salins	Aujourd'hui stabilisé en superficie, ce milieu a toutefois fortement augmenté en superficie depuis les 50 dernières années, notamment pour le Salin de Giraud. L'évolution et l'intérêt de ce type d'habitat est totalement lié au maintien de l'activité salinière. La dynamique de ce milieu est rapide et liée à sa gestion.	Très fort	
Le Rhône	Dans sa partie aval, le Rhône présente une grande richesse écologique. La préservation de certains secteurs, notamment des ripisylves, permet leur exploitation depuis le fleuve, par des espèces remarquables comme le Castor d'Europe ou les poissons migrateurs. Ceci a justifié la désignation des deux bras au titre de la Directive Habitats (un site « Rhône aval », un site « Petit Rhône »). Le Rhône assure un rôle fonctionnel important pour la faune et la flore : une fonction de corridor pour le déplacement des poissons migrateurs, une fonction de diversification et une fonction de refuge (milieux naturels relictuels permettant la survie de nombreuses espèces).		

Le développement des activités économiques sur le territoire de la Camargue a entraîné une perte de milieux naturels importante, évaluée à 43 % entre 1942 et 1984. Une certaine stabilité est observée depuis.

- Ce sont les habitats les plus spécifiques qui ont été affectés : sansouires, mares et marais temporaires, pelouses naturelles. Une stabilisation globale des surfaces s'observe depuis une trentaine d'années.
- Actuellement sur le territoire du Parc, les milieux naturels couvrent une superficie de 39 000 ha, les deux-tiers appartenant à des propriétés à vocation d'intérêt public.
- La vulnérabilité actuelle du patrimoine naturel est surtout liée à un risque de banalisation des milieux du fait notamment de pratiques de gestion en opposition aux composantes fondamentales de fonctionnement en Camargue.
- L'évolution des espèces est fortement conditionnée par celle de leur habitat. Pour l'avifaune si la banalisation d'habitat est un facteur influant majeur, les prélèvements dus à la chasse et surtout le dérangement constituent des menaces importantes.

L'enjeu majeur est la préservation et la restauration des habitats spécifiques de Camargue présentant un fort intérêt patrimonial : sansouires, mares et marais temporaires saumâtres, boisements dunaires et pelouses naturelles.

En termes d'espèces, l'enjeu principal porte sur la préservation de nombreuses espèces rares et menacées :

- Pour la plupart des espèces d'oiseaux, les enjeux concernent soit les marais doux (milieux soumis au dérangement et à des actions de fragmentation), soit les milieux salés où la réduction des habitats est la plus forte.
- Beaucoup d'autres espèces faunistiques et floristiques constituent un enjeu fort au regard de la préservation de la biodiversité et dépendent également du maintien de la qualité de leur habitat. On peut citer, par

exemple, la cistude d'Europe, la genette d'Europe pour la faune, la nivéole d'été et la cresse de Crète pour la flore.

■ LES DIFFÉRENTS STATUTS DE PROTECTION ET DE CONSERVATION

En Camargue, plusieurs organismes gèrent directement à des fins de conservation, environ 33 000 ha de milieux deltaïques. De nombreuses protections réglementaires existent : réserves naturelles, réserves départementales de chasse, site inscrit et site classé, espaces boisés classés. Les principales protections foncières résultent des acquisitions par le Conservatoire du littoral et le Département des Bouches-du-Rhône.

La Camargue bénéficie au titre des Directives Oiseaux et Habitats et des sites Natura 2000 désignés, d'une place privilégiée au regard de son patrimoine biologique dans un contexte économique et social local très attaché à ce patrimoine.

Les protections par labellisation et classement non réglementaire recouvrent le site RAMSAR de Camargue, la réserve de biosphère de Camargue et plusieurs Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF).

> Les protections réglementaires

Les réserves naturelles

Les réserves naturelles (régionales et nationales) sont au nombre de trois en Camargue. Elles représentent une superficie de 14 226 ha soit un peu moins de 12 % du périmètre d'étude. On peut y ajouter les superficies représentées par les espaces boisés classés (EBC) et les réserves de chasse (RDCFS), mais qui ne présentent pas les mêmes garanties de protection dans la durée mais également dans le type de réglementation propre à l'espace concerné par le classement.

Tableau 10. Réserves en Camargue

	Réserve naturelle nationale du Vaccarès (RNN)	Réserve naturelle régionale de la Tour du Valat
Propriétaire	Conservatoire du Littoral	Fondation Sansouire
Gestionnaire	Société Nationale de Protection de la Nature (SNPN)	Fondation Sansouire
Date de classement	Arrêté ministériel du 24 avril 1975	Agrément ministériel du 2 juillet 1984
Superficie (ha)	13 117	1 071
Plan de gestion	2001-2005 2006-2010 en cours de préparation	2001-2005 2006-2010 en cours de préparation

Les réserves départementales de chasse

Ces réserves créées par arrêté préfectoral pour une durée limitée - renouvelable ou non - ont pour mission principale d'interdire ou de limiter l'activité cynégétique sur un territoire délimité et ce, à l'initiative du propriétaire qui en fait la demande au Préfet.

Tableau 11. Réserves départementales de chasse en Camargue

	Réserve de chasse maritime du Golfe de Beauduc	Réserve de chasse de l'embouchure du petit Rhône	Réserve de chasse du marais de Bourgogne	Réserve de chasse des Impériaux et du Malagroy
Propriétaire	Etat (Domaine Public Maritime)	Etat (Domaine Public Maritime)	Conservatoire du Littoral	Conseil Général 13
Commune	Saintes-Maries-de-la-Mer	Saintes-Maries-de-la-Mer	Arles	Les Saintes-Maries-de-la-Mer
Gestionnaire	Fédération des Chasseurs 13	Fédération des Chasseurs 13	Parc naturel régional de Camargue	Conseil Général 13
Date de classement			Arrêté préfectoral du 1er septembre 2005	1962
Limites ou Superficies (ha)	Jusqu'à 1 mille de la côte au droit de la RNN		117	2 777

> Les espaces classés

Sites inscrits et classés

L'île de Camargue est en site inscrit tandis que le site classé correspond au périmètre de la Réserve nationale étendu vers l'est sur la propriété des Salins du Midi.

Les espaces boisés classés (EBC)

Ce classement concerne les ensembles boisés qu'ils soient naturels ou artificiels (parcs), les haies, les lignes d'arbres ou encore des arbres isolés remarquables.

Cette forme de protection élaborée dans le cadre des PLU empêche le temps de la durée de celui-ci, tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation des sols de nature à compromettre leur conservation et leur protection.

Le POS de la commune d'Arles compte aujourd'hui 87 espaces boisés classés pour 1 030 ha dont, en Camargue, les ripisylves du Petit et du Grand Rhône, les secteurs de Belugue, Petit Badon, la Tour du Valat et le marais du Vigueirat.

Même si ce n'est pas un EBC, la forêt publique du Grand Radeau (560 ha) sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer, peut être ajoutée à l'inventaire des boisements bénéficiant d'une protection réglementaire par un document d'urbanisme.

> Les protections foncières

Les protections foncières regroupent les acquisitions faites par des collectivités locales ou des établissements publics dotés par la loi de cette compétence. La protection foncière par ces organismes a la particularité d'être durable, les biens intégrés à leur patrimoine étant inaliénables et inconstructibles.

Tableau 12. Acquisitions par le Conservatoire du Littoral en Camargue

Sites acquis par le CEL	Période d'acquisition	Surface (ha)	Commune	Nom du gestionnaire
La Palissade	1977	702	Arles	Syndicat mixte de la Palissade (Département + commune d'Arles)
Le Vaccarès	1982 - 2008	13118	Arles et les Saintes-Maries-de-la-Mer	Société Nationale de Protection de la Nature
Mas de la Cure	1985	287	Saintes-Maries-de-la-Mer	Commune les Saintes-Maries-de-la-Mer (coordonateur) + association Maison du Cheval Camargue + Assoc. des Amis du Pont de Gau
Bois de Tourtoulon	1987 – 1988	44	Arles	ONF + Station biologique de la Tour du Valat
Le Mas Neuf du Vaccarès et la Terre de Méjanes	2005	223	Saintes-Maries-de-la-Mer	PNRC
Mas de Taxil	2005	160	Les-Saintes-Maries-de-la-Mer	Commune (coordonateur) - Associations "la Maison du Cheval Camargue" et "les Amis du Parc Ornithologique du Pont de Gau"
Domaine de Rousty - Marais de Bourgogne	2005	119	Arles	PNRC
Etangs et marais des salins de Camargue	2008 : acquisition du site La Bélugue, incluant l'étang du Fangassier 2009 : acquisition du site de Beauduc et Montilles de Platelet.	6391	Arles, Saintes-Maries de la Mer	PNRC, avec le concours de la Tour du Valat

A cette protection particulièrement forte et pérenne peuvent s'ajouter d'autres mesures de protection réglementaires (réserves naturelles) permettant une réglementation plus stricte des usages.

Les acquisitions par le Conservatoire du littoral

Établissement public créé en 1975, sous tutelle du ministère de l'environnement, le Conservatoire du littoral est un outil d'aménagement du territoire dont l'objectif est de sauvegarder durablement les sites naturels et les équilibres écologiques des milieux littoraux marins et lacustres. Cette protection s'effectue par acquisition foncière à l'amiable, par don, par préemption ou par expropriation. La gestion est alors confiée à des collectivités locales ou à des associations. Ces gestionnaires sont des partenaires majeurs et actifs de l'établissement et dans l'appui d'un certain nombre de missions.

On peut en particulier relever : leur participation au coût des travaux d'aménagement et de réhabilitation de nombreux sites, leur soutien à des opérations de communication et de sensibilisation du public...

La première acquisition du Conservatoire en Camargue est le domaine de la Palissade en 1977, à l'embouchure du Grand Rhône. Récemment, c'est l'ensemble du domaine privé de l'Etat correspondant au périmètre de la Réserve nationale qui a été affecté au Conservatoire par arrêté ministériel.

Les acquisitions par le Département

Depuis le début des années 60, le Conseil général des Bouches du Rhône a effectué de nombreuses acquisitions en Camargue à des fins de protection des espaces sensibles. Il est notamment propriétaire des étangs de Malagroy et de l'Impérial, grandes unités lagunaires qui s'inscrivent dans la continuité de la Réserve nationale.

Tableau 13. Acquisitions par le Conseil général des Bouches-du-Rhône en Camargue

Site acquis par le CG 13	Année		Commune
Etang de l'Impérial et de Malagroy	1962	2 930	Les Saintes-Maries-de-la-Mer
Domaine de Cacharel	1977	45	Les Saintes-Maries-de-la-Mer
Etang de la Cansécanière	1980	570	Les Saintes-Maries-de-la-Mer
Château d'Avignon	1984	21	Les Saintes-Maries-de-la-Mer
Haut et bas Frigoulès	1991	34	Les Saintes-Maries-de-la-Mer
Domaine de la Bardouine	1992	345	Les Saintes-Maries-de-la-Mer
Jasses d'Albaron	1997	97	Arles
Mas du Ménage	2000	55	Les Saintes-Maries-de-la-Mer
Mas de Faramen	2003	7	Les Saintes-Maries-de-la-Mer

> Les gestionnaires des espaces protégés

En Camargue quelque 33 000 ha de milieux deltaïques sont directement gérés à des fins de conservation par plusieurs gestionnaires.

- La Société nationale de protection de la nature gère depuis 1927, les 13 117 ha de la Réserve nationale située au cœur du delta.
- Le Conseil général des Bouches-du-Rhône, propriétaire et gestionnaire de 3 975 ha.
- La Station biologique de la Tour du Valat gère 2 500 ha en propriété dont 1 071 ha classés en Réserve naturelle régionale.
- Le Syndicat mixte de la Palissade assure la gestion du domaine de 702 ha situé à l'embouchure du grand Rhône.
- Les Fédérations départementales des chasseurs ont en gestion 3 500 ha de réserves littorales.
- Les deux communes d'Arles et des Saintes-Maries-de-la-Mer ont en gestion une partie de leurs propres terrains.

> Natura 2000

La Camargue bénéficie au titre des Directives Oiseaux et Habitats d'une place privilégiée au regard de son patrimoine biologique dans un contexte économique et social local très attaché à ce patrimoine. Les éléments de motivation qui ont conduit à la désignation des sites Natura 2000 en Camargue sont les suivants¹⁹ :

1. Englober la mosaïque de systèmes écologiques représentatifs des grandes régions biogéographiques,
2. Etre important pour la conservation de la diversité biologique,
3. Avoir en commun des objectifs de conservation et de gestion des grandes unités fonctionnelles,
4. Préserver la qualité de la diversité des milieux naturels camarguais :

¹⁹ PNRC. Etude préalable à la désignation du site Camargue dans le Réseau Natura 2000. Eléments de connaissance pour aider à la réalisation du document d'objectifs. Octobre 2006.

- en garantissant la qualité de l'eau des milieux naturels camarguais,
- en favorisant l'expression des composantes fondamentales dont dépendent les milieux naturels camarguais,
- en restaurant les milieux les plus dégradés,
- en maintenant l'efficacité des systèmes de drainage tout en considérant leurs fonctionnalités biologiques.

Tableau 14. Désignation des sites Natura 2000 de la Camargue.

Au titre de la Directive Oiseaux	
Camargue	ZICO PAC.02 « Camargue » 76 500 ha, classe A'.
	ZPS FR 9310019 « Camargue » 22 500 ha (20 900 ha terrestres + 1 650 ha maritimes), extension 2002 du site proposé en 1986 de 16 000 ha.
Au titre de la Directive Habitats	
Rhône	Site éligible PR 094 « Le Rhône de Donzère-Mondragon à la Méditerranée », interrégional LR-PACA, 143 km linéaire
	PSIC/ZSC FR9301590 « Le Rhône de Donzère-Mondragon à la Méditerranée », 925 ha dont 232 dans les Bouches-du-Rhône
Petit Rhône	Site éligible PR095 Le Petit Rhône, 76 km linéaires
	PSIC/ZSC FR9101405 « Le Petit Rhône », 306 ha
Camargue	Site éligible PR096 « Delta de Camargue », 65 000 ha
	PSIC/ZSC FR9301592 « Delta de Camargue » 24 667 ha, extension en 2002 du site proposé en 1998 de 23 878 ha

> Les protections par labellisation et classement non réglementaires

Elles recouvrent :

- le site **RAMSAR** de Camargue correspondant au périmètre du PNR avant révision de sa Charte,
- la **Réserve de biosphère de Camargue** créée en 1977 sur le contour de la Réserve nationale de Camargue. En 2005, à l'occasion de la révision décennale, un périmètre englobant la Camargue gardoise a défini le nouveau contour de la Réserve de biosphère, lui conférant l'unité biogéographique du delta du Rhône.
- Les **Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)** : la totalité de la l'île de Camargue est en ZNIEFF de type II à l'intérieur de laquelle on trouve 17 ZNIEFF de type I, dont certaines d'une exceptionnelle valeur écologique (Bois des Rièges, complexe dunaire de Beauduc, dunes du Lauricet).

GESTION DE L'EAU EN CAMARGUE ET DES USAGES QUI EN DÉPENDENT

■ LA GESTION HYDRAULIQUE INTERNE AU DELTA

La Camargue, zone humide d'exception, doit en partie ses paysages actuels à la gestion de l'eau, qui a remplacé l'ancien fonctionnement naturel à base de crues, d'inondations et de sécheresse. L'eau du Rhône irrigue littéralement tout le territoire permettant à la fois la culture du riz sur sol inondé, l'inondation de marais semi-naturels ou l'alimentation des lagunes en eau douce. Les digues et les pompes ont permis aux usagers de l'eau de s'affranchir des débits changeants du Rhône sans toutefois éviter les inondations lors de crues trop violentes. A travers la gestion de l'eau, les camarguais ont parfois eu un fort impact sur l'environnement. Les Associations syndicales et les ouvrages qu'elles gèrent font partie intégrante du paysage et des activités humaines en Camargue, d'où la nécessité de les maintenir et d'envisager leur devenir.

Les réseaux d'irrigation et de drainage permettent la circulation de l'eau douce dans toute l'île de Camargue. Cette circulation est divisée en deux systèmes :

- L'**irrigation** amène l'eau douce aux usagers,
- Le **drainage** assure le rejet des eaux excédentaires.

Les deux systèmes présents en Camargue sont complémentaires et forment souvent un seul ensemble complexe. Ils se composent de divers types d'ouvrages : stations de pompage, canaux (en terre, en béton ou enterrés), barrages anti-sel, vannes, ponts, siphons et canalisations. Ils sont aussi utilisés, en cas d'inondation, et dans la limite des capacités des ouvrages, pour favoriser et accélérer l'évacuation des eaux à l'extérieur du delta.

Chaque année, un volume moyen compris entre 350 et 400 millions de m³ est prélevé dans le Petit et le Grand Rhône. Environ la moitié de ce volume sort majoritairement par évapotranspiration et, de façon secondaire et gravitaire, à la mer. Le volume restant, soit 180 millions de m³, est rejeté de façon active par pompage grâce à la « poldérisation » de plus de la moitié du territoire. Ainsi près de 90 % des rejets ne se font pas de façon gravitaire vers les étangs mais par pompage vers le Petit et Grand Rhône.

Tableau 15. Le bilan hydrique en Camargue

Sorties d'eau	Volumes (Mm3)	Entrées d'eau	Volumes (Mm3)
Précipitations	350	Evapotranspiration	565 à 600
Irrigation	400	Drainage	180
Sortie des étangs vers la mer	20	Entrées d'eau de mer	5

Cette circulation d'eau douce sert à des usages de plus en plus variés :

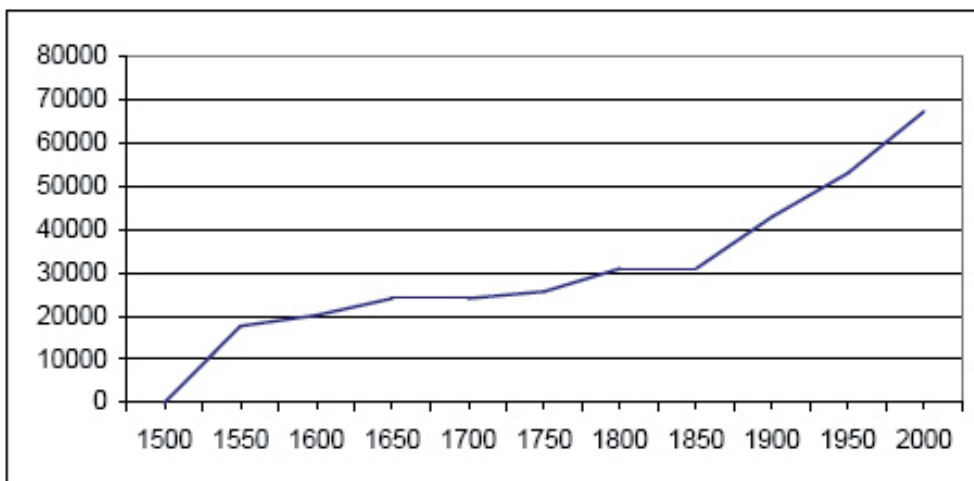
- Agriculture : riziculture et autres cultures (viticulture, maraîcher...), pâturage, abreuvoirs,
- Alimentation en eau des marais de chasse ou des espaces naturels gérés,
- Usages domestiques : alimentation en eau douce des mas non raccordés au réseau d'alimentation en eau potable, jardinage et piscines.

Des réseaux collectifs ou privés

Depuis leurs origines, les réseaux ont été créés soit par des structures collectives, soit à l'initiative de propriétaires privés.

- Le **secteur collectif** est géré par des Associations syndicales réparties sur le territoire suivant une logique géographique ou une légitimité historique. Ces associations apportent leur service (apport ou levée d'eau) à tous les usagers le long de leurs canaux. Elles se sont regroupées dans un Syndicat mixte de gestion.
- Le **secteur privé** concerne uniquement l'irrigation. Les exploitants agricoles possèdent leurs propres stations de pompage et un réseau qui dessert alors leur exploitation.
- Un **réseau particulier** : le château d'Avignon, propriété du Conseil général des Bouches-du-Rhône, possède des réseaux d'irrigation et de drainage indépendants des associations syndicales. La prise d'eau se fait au niveau du Petit Rhône et le rejet dans l'étang de Consécanière, qui est aussi propriété du Conseil général des Bouches-du-Rhône.

Figure 20. Evolution des surfaces drainées (ha) par les ASA en Camargue (Ile de Camargue + Petite Camargue) (source : Heurteaux, 1994 – île de Camargue – et Société Languedocienne de Géographie, 1980 Petite Camargue).



> Le réseau de drainage

Par rapport au réseau d'irrigation qui est fortement lié à l'agriculture, le réseau de drainage concerne l'ensemble des activités et milieux du delta qui dépendent des cotes de service du réseau. Il prend en charge les eaux issues de l'irrigation mais aussi les eaux pluviales urbaines et des voiries. Le réseau artificiel contrebalance ainsi le déséquilibre amené dans les eaux souterraines par les irrigations en interceptant les infiltrations et en remettant celles-ci dans le réseau des eaux superficielles. La figure 6 donne une idée indicative de l'évolution de la surface drainée en Camargue.

Suivant les bassins versants les eaux de drainage sont refoulées par pompage vers le Rhône, la mer ou rejetés directement dans le Vaccarès. Ils cloisonnent ainsi le territoire en différents secteurs hydrauliques autonomes.

- A l'Est, les bassins de Fumemorte (68 km²) et de Roquemaure (14 km²) ne sont pas équipés de stations de pompage. Les canaux de drainage du même nom se jettent dans l'étang du Vaccarès qui constitue donc la contrainte hydraulique aval. L'efficacité hydraulique de ces canaux est donc directement liée au niveau de l'étang.

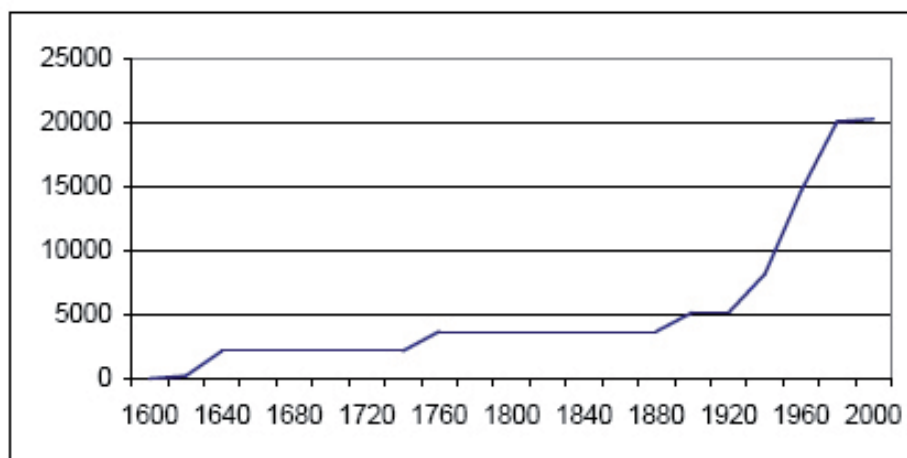
- Les bassins des Saintes-Maries au Sud-Ouest, et de la Sigoulette à l'Ouest, de Corrège Major au Nord et du Japon au Sud-Est, sont équipés de stations de pompage qui permettent de gérer les circulations et niveaux d'eau à l'intérieur des bassins en les renvoyant vers le Rhône ou vers la mer.

Les limites entre sous-bassins sont parfois floues notamment dans les zones de marais et des circulations naturelles non quantifiables existent d'un bassin à l'autre.

En outre la manœuvre de certains ouvrages permet les transferts entre bassins selon les conditions de niveaux. Les canaux de la Sigoulette et de Rousty sont munis d'un système de vannes à leur embouchure et possèdent donc un exutoire naturel vers l'étang du Vaccarès. Le bassin de Corrège Major est partiellement drainé vers l'étang du Vaccarès, via le canal de Roquemaure.

> Le réseau d'irrigation

Figure 21. Evolution des surfaces irriguées (ha) par les réseaux collectifs en Camargue (source : PNRC, 2006 – Grande Camargue – et Société Languedocienne de Géographie, 1980 Petite Camargue).



> Les enjeux liés à la gestion hydraulique interne du delta

Les enjeux peuvent être définis à trois niveaux : le territoire, le système de circulation des eaux et les ASA elles-mêmes.

Le territoire

Les Associations syndicales servent l'intérêt général, notamment en évacuant les eaux agricoles et péri urbaines. A ce titre, un soutien structurel, financier et technique pour leur bon fonctionnement est souhaitable de la part de tous les acteurs locaux et de tous les usagers.

Les volumes d'eau transitant par ces canaux sont parfois importants, qu'il s'agisse des volumes d'irrigation en période culturale (avril à septembre) ou des eaux pluviales essentiellement à l'automne et à l'hiver. La figure 21 donne une idée indicative de l'évolution des surfaces irriguées en Camargue par les ASA de 1600 à nos jours.

Les épisodes pluviaux exceptionnels des dernières années ont montré les limites de ces réseaux et accentué certaines dégradations au niveau des berges et des ouvrages. Parmi les autres facteurs d'érosion des berges, il faut noter l'action des ragondins et le piétinement des berges par les taureaux. L'entretien de ces canaux est le plus souvent réduit et de nombreux travaux sont à prévoir : débroussaillage, curage, renforcement des berges, recalibrage et entretien des autres ouvrages (ponts, vannes, barrage anti-sel, martelières).

Pour être encore plus présentes, elles doivent participer à la gestion globale de l'eau et à l'aménagement concerté du territoire. Le Contrat de delta Camargue et le Plan Rhône peuvent apporter des opportunités nécessaires à leur maintien et développement.

Le système de circulation des eaux

La gestion de l'ensemble du système de circulation des eaux, irrigation et assainissement, doit être modernisée pour gagner en efficacité et faire face aux nouvelles contraintes telles que les inondations ou l'urbanisation. Le système d'irrigation, quant à lui, nécessite une réhabilitation rapide et durable des ouvrages. Une réflexion et un remaniement sur la cohérence du système d'assainissement à l'échelle du territoire sont en cours, afin de rationaliser et d'optimiser les efforts développés pour le drainage.

Les Associations syndicales

En interne, les Associations syndicales entament leur réflexion afin de se restructurer autour des trois volets de fonctionnement :

- technique : les Associations syndicales continuent à entretenir et à améliorer leurs ouvrages pour préserver l'intégrité de leur structure.
- gestion : le statut des Associations syndicales a besoin de s'adapter au contexte actuel. Cette nécessité s'appuie sur l'Ordonnance du 1er juillet 2004 et son décret d'application du 3 mai 2006 qui donne l'obligation du changement du statut des Associations syndicales.
- vie associative : les Associations syndicales vont privilégier le développement de cette fonction indispensable pour « retendre » le lien associatif avec les nouveaux adhérents.

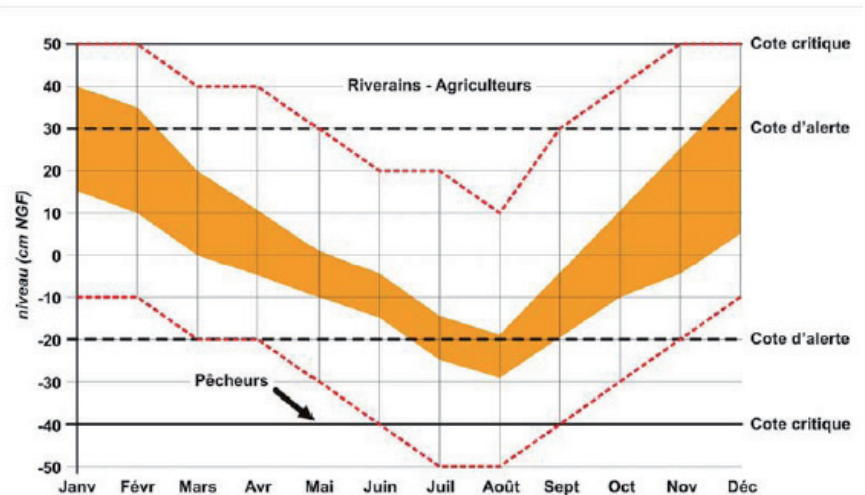
■ LA GESTION DE L'EAU DANS LES MILIEUX NATURELS

- Les caractéristiques naturelles de la Camargue - paysages marqués par l'horizontalité, l'eau et le sel, fort déficit hydrique estival - définissent la nature et la composition originelle des écosystèmes adaptés aux contraintes d'une zone humide littorale méditerranéenne. Ces écosystèmes sont adaptés à l'imprévisibilité des ressources, qui découle de la variabilité spatiale et temporelle des milieux, et à la présence du sel. Aujourd'hui, ces paysages ne sont plus déterminés par les seules contraintes géomorphologiques et climatiques, mais fortement influencés par l'intervention de l'homme pour adapter le territoire à ses besoins. Il en résulte des changements dont la gestion de l'eau est responsable en premier lieu. Parmi les principaux changements :
- La disponibilité en eau douce introduite par la riziculture a provoqué l'alimentation artificielle des milieux naturels, rendant permanents les grands étangs du centre et du sud.
- Les nouveaux usages de l'eau ont provoqué le morcellement des milieux humides pour faciliter la maîtrise de l'eau.
- La qualité de l'eau dans les milieux camarguais dépend en grande partie des apports du Rhône introduits par les réseaux d'irrigation agricole pendant la période rizicole (de mars à septembre) et des produits spécifiques à la riziculture qui s'ajoutent à la charge polluante introduite avec les eaux du fleuve.
- Les introductions forcées d'eau douce en période estivale, autrefois propice à l'assèchement, provoquent une colonisation des milieux par des espèces banales ou envahissantes liées à l'eau douce. Pour l'instant la diversité biologique de la flore aquatique augmente, mais au détriment d'espèces méditerranéennes entraînant un risque de perte de diversité par banalisation.

> Alimentation artificielle des milieux naturels

L'évolution la plus significative est observée sur le Vaccarès dont la salinité a beaucoup varié en fonction des apports d'eau par l'homme. Pour mémoire, au début du XXème siècle, cet étang alors temporaire s'asséchait parfois en été, lorsque la riziculture irriguée était marginale. Ces variations de salinité ont entraîné des changements concomitants dans les communautés biotiques de cet étang. Pour respecter le caractère lagunaire et méditerranéen des milieux aquatiques les plus sensibles, il convient de permettre une variabilité annuelle et interannuelle des conditions hydrosalines voisine des conditions naturelles.

Figure 22. Objectifs de niveaux du Vaccarès pour la gestion des milieux naturels confrontés aux souhaits des autres acteurs (source SNPN)



La gestion du Vaccarès aujourd'hui

La définition des niveaux d'eau et de la salinité des étangs centraux de Camargue concerne de nombreux usagers. Les valeurs souhaitées par les uns et les autres sont parfois contradictoires. Les pêcheurs souhaitent un niveau haut et un milieu saumâtre tandis que les agriculteurs recherchent au contraire des bas niveaux pour que le rejet des eaux de drainage soit possible. Les gestionnaires d'aires protégées souhaitent voir la variabilité des niveaux d'eau et de salinité réinstaurée en fonction des rythmes naturels.

La gestion actuelle est le fruit d'un consensus autour de la règle des « trois 20 » mise en application et modulée en fonction des pressions du moment. Cette gestion aboutit à une restriction de la variabilité des niveaux et par conséquent à une désalinisation progressive de l'ensemble du système.

Elle est schématisée sur le graphique 22 qui montre la plage d'évolution normale au cours de l'année, les niveaux critiques et cotes d'alerte ainsi que les niveaux extrêmes observés.

- Aux périodes du printemps (mars à juin) et automne (septembre à novembre), les objectifs de niveau de tous les acteurs sont compatibles,
- Pour les mois d'hiver (décembre à février), une situation conflictuelle peut s'établir en cas de niveaux hauts (+ 0,40 m) et la cote critique, voire la cote d'alerte pour les riverains et les agriculteurs peut être atteinte.
- Pour les mois d'été (juillet et août), il apparaît chaque année une situation conflictuelle entre les objectifs pour les milieux naturels et les souhaits des pêcheurs : l'abaissement estival des niveaux de -0,20 m à -0,30 m, représentant une variation naturelle et nécessaire à la biodiversité rend problématique la pratique de la pêche notamment dans les étangs des Impériaux (gêne à la navigation et salinité élevée font que le poisson se déplace vers le Vaccarès).

> Cloisonnement des milieux aquatiques

L'élévation du niveau marin et les flux mal maîtrisés du drainage entraînent de plus en plus de difficultés pour sortir l'eau des grands étangs de l'île de Camargue vers la mer. Trop d'eau : risque d'inondation de la Camargue insulaire, difficultés de drainage des terres agricoles. Pas assez d'eau : trop de sel, limitation des flux piscicoles, difficultés pour la pêche. La gestion des 13 vannes du seul pertuis opérationnel permanent, la Fourcade proche des Saintes-Maries-de-la-Mer, assurée par la CEDE (Commission exécutive de l'eau), pose les enjeux de la gestion globale de l'eau à l'échelle du territoire avec ces contraintes. La digue à la mer est certes une protection, mais elle freine aussi les sorties d'eau vers la mer.

Les aménagements hydrauliques ont ainsi dessiné un espace poldérisé et compartimenté pour permettre la gestion des flux en excès ou selon les besoins des activités. Ce morcellement a eu pour effet de modifier les conditions écologiques de milieux et leurs effets sur la faune et la flore par :

- la constitution d'obstacles à la migration piscicole à grande échelle (anguilles) et à plus petite échelle (daurades, athérines, soles, sars). L'importance des échanges piscicoles entre milieux marin et lagunaire est en effet fonction des variables de l'environnement et de l'ouverture des vannes dans les graus et de leur action combinée²⁰
- une gestion pouvant favoriser la prolifération d'espèces invasives comme la jussie, les écrevisses de Louisiane, le cascaïl

- des déséquilibres biologiques (augmentation des crabes verts dans les étangs, prolifération de méduses).

La CEDE est vigilante sur les échanges et les potentialités d'échanges biologiques entre les différents milieux. Ils s'agit en effet de pouvoir maintenir voire améliorer l'état des populations et des espèces utilisant des milieux distincts (canaux, lagunes, étangs, mer) pour se reproduire, se développer ou se nourrir. Certains changements fonciers peuvent constituer une opportunité pour améliorer la gestion hydraulique des étangs (voir encadré).

²⁰ P. Chauvelon, Lasserre G., Coulet E. et al. Conséquences de la variabilité hydro-saline d'un complexe lagunaire méditerranéen, induite par la gestion hydraulique et les contraintes climatiques, sur ses peuplements piscicoles : le cas du système Vaccarès. Programme LITEAU – Gestion du littoral. Thème 5 : exemple d'écosystème sensible : les nourriceries. Juin 2003.

La mise en œuvre d'une nouvelle gestion de l'eau du système des étangs de Galabert, Fangassier et Beauduc *

Les étangs situés à l'Ouest du vieux Rhône en basse Camargue ont été progressivement intégrés, à partir du début du XXème siècle, à l'exploitation salicole de Salin-de-Giraud. Antérieurement, ils composaient un ensemble lagunaire complexe en communication régulière avec la mer et les étangs de l'ensemble Vaccarès.

Achevée en 1972, l'extension de l'exploitation salicole de Salin-de-Giraud a permis la mise en place d'une gestion maîtrisée de l'eau (salinité et niveaux) de ces étangs en s'affranchissant des entrées marines et des communications avec le bassin versant par la construction de digues.

A partir de 2007 et suite à une profonde restructuration de l'activité salicole à Salin-de-Giraud, les étangs situés à l'ouest du Vieux Rhône sont sortis progressivement du système de circulation des eaux nécessaires aux salins. Une première partie de ces étangs situés au nord de la digue à la mer (Fangassier, Enfores de la Vignole) a été vendue au Conservatoire du littoral en septembre 2008. En octobre 2009, un protocole entre cet établissement public de l'Etat et le groupe Salins a été signé, dans le but de finaliser l'acquisition de 4 500 ha de dunes et étangs situés dans cette zone.

Les changements fonciers dans ce secteur de la Camargue engendrent de fait de profondes modifications à venir dans la gestion hydraulique. En effet, avec l'arrêt de la station de pompage d'eau de mer de Beauduc, l'ensemble du système ne pourra plus bénéficier de mises en eau salée maîtrisées et se retrouvera complètement isolé d'un point de vue hydraulique, de la mer et du bassin versant.

Le PNRC a lancé une étude dont l'objectif est d'apporter les éléments de connaissance suffisants à la définition de nouvelles orientations de gestion de l'eau sur ces étangs. Elle permettra notamment d'étudier les évolutions probables du système en fonction de scénarios d'aménagement et dans différentes hypothèses de dimensionnement d'ouvrages et de conditions climatiques. L'objectif étant d'assurer le maintien des échanges hydrobiologiques suite à l'arrêt du fonctionnement de type salicole.

* Le Conservatoire du littoral a acquis en 2008, le site de La Bélugue, incluant l'étang du Fangassier et en 2009, le site de Beauduc et Montilles de Platelet (au total 6 391 ha).

> La qualité de l'eau²¹

La qualité de l'eau dans les milieux camarguais dépend en grande partie des apports du Rhône introduits par les réseaux d'irrigation agricole pendant la période rizicole (de mars à septembre) et des produits spécifiques à la riziculture qui s'ajoutent à la charge polluante introduite avec les eaux du fleuve. A titre indicatif, l'itinéraire cultural du riz prévoit trois à quatre traitements herbicides et un traitement insecticide contre la pyrale. La fertilisation, fractionnée en trois apports, introduit en moyenne 150 unités d'azote par hectare et par an.

On estime que les pesticides introduits en Camargue ont deux voies d'entrée : 90 % sont issus de la riziculture et 10 % du Rhône²². Dix années de recherche et de mesures en Camargue ont démontré que les molécules comme le lindane et l'endosulfan, ainsi que leurs isomères et métabolites, sont bioconcentrées le long de la chaîne alimentaire et contaminent durablement les prédateurs en sommet de chaîne alimentaire comme l'anguille.

> Contrôle et gestion des espèces à dynamique envahissante

Les espèces envahissantes

Les introductions forcées d'eau douce en période estivale, autrefois propice à l'assèchement, provoquent une colonisation des milieux par des espèces banales ou envahissantes. Pour l'instant la diversité biologique de la flore aquatique augmente, mais au détriment d'espèces méditerranéennes. Il s'ensuit un risque de perte de diversité par banalisation.

Un atlas des espèces invasives en Camargue²³ répertorie 39 espèces invasives (22 espèces végétales et 17 animales) qui peuvent être réparties en trois groupes :

- Les espèces proliférantes présentes et dont les impacts sur les écosystèmes sont avérés,
- Les espèces présentes à surveiller dont les impacts ne sont pas encore avérés,
- Les espèces absentes à surveiller, espèces localisées aux portes du Parc et dont le caractère nuisible est soupçonné.

En Camargue, les principales espèces invasives animales sont l'écrevisse de Louisiane, le poisson-chat, le ragondin, le rat musqué, le sandre, le silure glane et la tortue de Floride. Les espèces invasives végétales sont : le faux-indigo, l'herbe de la pampa, la jussie, le paspale dilaté, le paspale distique et le séneçon en arbre ou baccharis.

Certaines espèces aquatiques peuvent contribuer au comblement et à l'envasement des milieux et gêner les activités humaines comme la pêche et les activités touristiques :

- Fermeture des milieux (Baccharis),
- Atteinte à l'hydraulicité des milieux aquatiques (jussie),
- Affaissement des berges et augmentation de l'érosion (ragondin, rat musqué, écrevisse de Louisiane),
- Gêne aux activités humaines : agriculture (cicadelle pruineuse), pêche (casail, moule zébrée) et tourisme,
- Activité allopathique de certaines espèces (jussie) non négligeable et néfaste au développement des autres espèces du milieu,
- Risques sanitaires liés à des espèces porteuses saines d'agents pathogènes pouvant être transmis par l'homme (ragondins).

21 Se reporter au chapitre 4.

22 Laboratoire Chimie et Environnement, Université de Provence. Pesticides en Camargue : source, transport et devenir. Décembre 2006.

23 PNRC, juin 2005. Atlas des espèces invasives sur le territoire du Parc Naturel Régional de Camargue. C. Costa

Des éléments de stratégie globale de contrôle et de gestion des espèces envahissantes en Camargue, sont définis dans :

La charte du PNR	<p>Article 4.3. Améliorer le contrôle et la gestion des espèces à dynamique envahissante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Article 4.3.1. Contenir la progression des espèces invasives ou envahissantes préjudiciables à la diversité biologique, • Article 4.3.2. Coordonner et encadrer l'application de mesures visant à réduire la nuisance liée aux moustiques
Le plan d'actions 2007-2012 de la CEDE de Camargue	<p>Lutter contre les espèces envahissantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lister les espèces et les moyens de prévention, • Sensibiliser (reconnaissance, nouvelles espèces, moyens pour limiter les proliférations, lutte).
Le DOCOB du site Natura 2000 « Camargue »	<p>Fiches - actions au titre des espèces invasives :</p> <p>16. Coordination et animation d'un réseau « espèces invasives » (échelle « MAB » + Natura 2000),</p> <p>17. Etude de l'écrevisse de Louisiane et accompagnement des pratiques de pêche,</p> <p>18. Limitation des populations de tortues de Floride.</p>

Des actions expérimentales visant à contrôler et éradiquer certaines espèces envahissantes ont été menées par plusieurs acteurs, par exemple sur la jussie²⁴ (voir encadré).

Le traitement par sel pour lutter contre la prolifération de la jussie

Des parcelles expérimentales envahies par la jussie ont été traitées avec du sel, élément naturel en Camargue. De fortes concentrations en sel semblent affaiblir les plantes et diminuer leur caractère compétiteur vis-à-vis des autres macrophytes aquatiques. Dans les parcelles salées, on constate sur l'ensemble des sites étudiés un ralentissement du développement des herbiers, de juillet à septembre, par rapport aux parcelles de référence. Ce retard de croissance reste faible dans les marais permanents. Par ailleurs le salage pratiqué sur des parcelles plus ou moins asséchées pour les sites de marais et d'étang a une action inhibitrice sur les herbiers rendant les plantes plus vulnérables vis-à-vis des herbivores et moins compétitrices.

Les expérimentations faites permettent de conclure que le salage voit son efficacité accrue quand il est accompagné de l'assèchement du site envahi. Dans les roubines et canaux qui ne peuvent être asséchés, le salage est également efficace, mais il faudrait le combiner à une méthode d'arrachage manuel.

²⁴ PNRC. Analyse de l'efficacité d'un traitement par le sel pour lutter contre la prolifération de la Jussie, en Camargue. Dandelot, S. et al., Laboratoire d'Ecologie des eaux continentales méditerranéennes. Université Aix-Marseille.

Les nuisances liées aux moustiques et la gestion de l'eau

La Camargue est un territoire incluant des zones humides temporaires par nature propices au développement des moustiques *Ochlerotatus caspius* et *Ochlerotatus detritus*²⁵. La présence de ces zones est due à deux facteurs :

- Le climat méditerranéen avec des températures élevées entraînant des périodes de sécheresse,
- Les activités humaines de mise en eau artificielle pour l'agriculture (rizière) et les marais de chasse.

Les techniques de démoustication

Pour le confort des activités humaines et du cadre de vie des populations littorales, l'EID (Entente interdépartementale de démoustication du littoral méditerranéen) intervient en tant qu'opérateur public pour procéder à la démoustication des zones humides.

Actions directes

- Méthodes chimiques : les organochlorés comme le chlorure de méthylène et les pyréthrinés, mais les produits chimiques ne sont pas inoffensifs pour l'homme et les animaux.
- Agents biologiques : utilisation de prédateurs et de parasites ainsi que de toxines biologiques.
- Bio-insecticides: le B.t.i. (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*), larvicide découvert en 1976, a été choisi comme agent de démoustication sur le territoire du Parc suite à de nombreuses études en laboratoire et sur le terrain. Le B.t.i. agit après ingestion par destruction du système digestif entraînant la paralysie puis la mort de la larve de moustique.

Actions indirectes

Elles comportent un volet curatif et un volet préventif consistant à détruire ou à rendre les milieux défavorables aux populations de moustiques et à leurs larves, en évitant la formation d'eaux stagnantes. Ce type d'actions est très difficilement compatible avec la protection des milieux naturels.

Les gîtes potentiels à *Ochlerotatus* dans les milieux naturels halophiles de Camargue sont estimés à quelques 9 875 ha²⁶ dont 55 % de gîtes à haute productivité potentielle. Cependant ces données doivent être mises en regard de gîtes larvaires potentiels de ces mêmes espèces qui ont une origine anthropique : les marais de chasse bien représentés en tête de Camargue et les rizières qui couvrent également une grande surface (10 000 ha) dans cette partie du delta.

Le traitement ne cause aucune altération du milieu sauf pour les larves des chironomidés (cousins). Les mortalités enregistrées sur ces espèces non-cibles l'ont été dans des milieux de pleine eau, sans végétation ou à faible couvert végétal. Par ailleurs la date du traitement influe sur les réponses de ces populations. Il existe un intervalle de temps assez court pour traiter les larves d'*Ochlerotatus* au début de leur développement, avant que ne se développent les larves de chironomidés, planctoniques et visiblement plus sensibles.

²⁵ Nouvelle dénomination taxonomique du genre *Aedes*.

²⁶ PNRC, Région PACA, CG 13. Etude d'impact d'un éventuel traitement au B.t.i. sur le territoire du parc de Camargue. Faculté des Sciences et techniques de Saint-Jérôme. UDESAM Laboratoire d'Ecologie des eaux continentales méditerranéennes.

■ L'EAU, L'AGRICULTURE ET L'ÉLEVAGE

L'agriculture et l'élevage constituent en Camargue des éléments fondamentaux du cycle de l'eau du fonctionnement général du territoire et des zones humides. L'activité agricole utilise quelque 400 millions de m³ d'eau douce par an sur tout le delta représentant 20 000 m³/ha et par an en moyenne, et garantit l'entretien du réseau hydraulique. Pour autant, cet apport peut également occasionner des dysfonctionnements des systèmes et milieux au regard des demandes fréquentes d'évacuation des étangs vers la mer et de limitation des entrées d'eau de mer. Au plan qualitatif, compte tenu de l'incidence forte des rejets rizicoles sur le milieu naturel (Vaccarès), plusieurs actions sont en cours et programmées sur le bassin expérimental de Fumemorte pour diminuer les apports en produits phytosanitaires.

L'élevage extensif constitue l'un des facteurs clés du maintien des équilibres en Camargue, le pâturage des taureaux et chevaux favorisant la biodiversité. Cependant la gestion du risque lié aux traitements antiparasitaires du cheptel doit être considérée par les éleveurs.

> L'agriculture en Camargue

Une agriculture essentiellement irriguée

L'agriculture et l'élevage sont omniprésents sur le territoire de Camargue et jouent un rôle majeur dans les domaines environnemental, culturel et économique.

Née des alluvions fertiles du Rhône, la Camargue possède des terres très riches, à haute valeur agricole, tant qu'elles sont hors de l'influence stérilisante du sel. Historiquement, les cultures étaient concentrées sur les zones « élevées », hors d'atteinte des crues du fleuve et des remontées de sel. Les endiguements successifs, puis les canaux d'irrigation, ont permis de s'affranchir partiellement de ces deux contraintes. L'irrigation par submersion représente le seul moyen de dessaler les terres et ainsi de les rendre cultivables. Suite

à ces aménagements, la surface cultivée s'est fortement développée. On compte aujourd'hui 230 exploitations agricoles sur le territoire du Parc, réparties sur 37 500 ha de terres agricoles (soit 33 % de la superficie totale).

Les cultures ont connu d'importantes évolutions (prédominance de la vigne et des céréales sèches, puis de la riziculture) et sont aujourd'hui essentiellement céréalières et dominées par la culture du riz et du blé dur. Les cultures du riz et du blé, devenues complémentaires en Camargue - culture irriguée d'été/culture sèche d'hiver - n'entrent pas moins en concurrence en fonction du contexte économique international. On note également la présence de prairies pour le pâturage ou la production de fourrage, la culture de sorgho ou de tournesol, des cultures maraîchères, des vergers ainsi que de la vigne.

La riziculture au centre de l'agriculture camarguaise

En 2006, les surfaces rizicoles continuent d'occuper la place centrale dans l'agriculture camarguaise. Elles représentaient 8 770 ha cultivés (soit 39,1% de l'ensemble des surfaces cultivées). On peut noter toutefois que ces surfaces ont diminué de 16 % par rapport à 2001, bien qu'elles continuent d'occuper la place centrale dans l'agriculture camarguaise. Pour la même période, les surfaces cultivées en blé connaissent une hausse significative de 56 %, et gagnent près de 2 000 ha.

Face à la conjoncture économique, les producteurs de riz et les différents opérateurs de la filière rizicole ont été amenés à valoriser le riz produit en Camargue par :

- la mise en œuvre d'une procédure de certification de conformité pour l'obtention d'une Indication géographique protégée (IGP) « riz de Camargue ». L'IGP se fonde sur la réputation du produit, sur son histoire liée à celle d'un territoire, assortie de caractéristiques ou de qualités particulières. Aujourd'hui 95 % des exploitations du Parc bénéficient de cette IGP.

- le développement de la riziculture biologique apparue officiellement en Camargue en 1974. Elle compte aujourd'hui 15 exploitations dont 6 ont une partie de leurs terres en agriculture conventionnelle, et 9 pratiquent exclusivement l'agriculture biologique.
- l'établissement de mesures agro-environnementales (MAE, CTE Riz, CAD) a permis un soutien financier à la riziculture à travers un cahier des charges respectueux de l'environnement impliquant le maintien d'une superficie suffisante de rizières à moyen et long terme, l'amélioration de la qualité des eaux en réduisant les intrants, le maintien durable de la population agricole et rurale, le renforcement de la démarche qualité, l'entretien et la réhabilitation des paysages camarguais et des éléments du patrimoine rural.

> La gestion de l'eau d'irrigation : aspects quantitatifs et qualitatifs

400 millions de m³ d'eau introduits à l'intérieur du delta endigué

Les agriculteurs, notamment les riziculteurs, ont un rôle essentiel et dominant dans la gestion hydraulique en Camargue, puisque ce sont eux qui introduisent l'eau dans le delta. Les autres activités vont ainsi dépendre de la quantité, de la qualité et du rythme de ces entrées d'eau.

L'irrigation est très importante, de l'ordre de 20 000 m³/ha et par an en moyenne. Ainsi, les systèmes d'irrigation camarguais introduisent quelque 400 millions de m³ d'eau à l'intérieur du delta endigué, dont une grande partie est utilisée pour la culture du riz. Traduit en lame d'eau, ce volume représente plus de 600 mm sur le delta (hors salins), équivalent aux précipitations annuelles. L'entrée massive d'eau d'irrigation dans le delta s'effectue sur une période de 5 mois, du 1er avril au 31 août, où la Camargue aurait une tendance naturelle à s'assécher, surtout en juin-juillet.

Par ailleurs, les canaux de drainage de Fumemorte et de Roquemaure se jettent dans l'étang du Vaccarès qui constitue donc la contrainte hydraulique à l'aval. Aussi, l'efficacité du drainage par ces canaux est directement liée au niveau de l'étang.

En conséquence, les agriculteurs vont souhaiter les niveaux les plus bas possibles pour favoriser le drainage et travailler les terres dans les meilleures conditions. Les agriculteurs recherchent également une salinité faible dans l'étang du Vaccarès pour éviter les possibles remontées de sel par la mise en charge des nappes salées. En termes de gestion, ces objectifs se traduisent par des demandes fréquentes d'évacuation de l'étang vers la mer et de limitation des entrées d'eau de mer.

Réduire les pollutions du fait de la fertilisation et des traitements herbicides

Actuellement les apports organiques sont réalisés par quelques épandages de boues. La majorité des agriculteurs adhère à l'IGP qui plafonne les apports d'azote sur le riz.

Compte tenu de l'incidence forte des rejets rizicoles sur le milieu naturel (Vaccarès), plusieurs actions sont en cours et programmées sur le bassin expérimental de Fumemorte pour diminuer les apports en produits phytosanitaires.

- La Chambre d'agriculture des Bouches du Rhône mène une enquête auprès des agriculteurs pour identifier leurs pratiques agricoles : manipulation, application des produits (pollution diffuse et ponctuelle), risque au moment du lavage du pulvérisateur. Les résultats de cette enquête permettront d'adapter les modalités d'utilisation des pesticides, les techniques et les équipements dans le but de réduire leur incidence potentielle sur les milieux de Camargue.
- Le Centre français du riz a pour projet d'évaluer, à partir de cultures mises en place sur des parcelles agricoles (par opposition à des parcelles expérimentales), l'impact d'itinéraires culturaux favorisant la limitation des consommations en eau et des intrants phytosanitaires.

> L'élevage extensif

L'élevage extensif de races locales traditionnelles de taureaux et de chevaux constitue l'un des facteurs clés du maintien des équilibres en Camargue. Leur pâturage favorise la biodiversité par la limitation de l'accroissement de certaines espèces, végétales envahissantes et l'apport de matières organiques.

La Camargue, en tant que zone humide, est un lieu de prédilection pour les parasites. Des traitements antiparasitaires sont donc nécessaires mais certains produits à forte rémanence sont nocifs pour les insectes coprophages et par le biais de la chaîne alimentaire, pour les grands rhinolophes (chauves-souris) qui s'en nourrissent.

Face à ce constat et afin de gérer le risque parasitaire chez les bovins, le Parc fait la promotion de pratiques plus favorables à l'environnement. Il a rédigé un guide des bonnes pratiques à destination des éleveurs. Ce guide les informe de l'impact de leurs traitements sur le maintien de la biodiversité et propose des alternatives de traitement et de préconisations sur les conduites à mener pour une meilleure gestion du risque.

■ L'EXPLOITATION DU SEL : UN SYSTEME HYDRAULIQUE TOURNE VERS LA MER

La saliculture représente 8 000 ha sur les salins de Giraud, et 3 200 ha sur la commune des Saintes- Maries-de-la-Mer, inclus dans les 11 800 ha des salins d'Aigues-Mortes. L'eau provient uniquement de la mer où elle est ensuite déversée après passage dans les lagunes de concentration. La gestion de l'eau dans les salins est donc indépendante des autres activités.

L'exploitation des marais salants est dirigée par la compagnie des Salins du Midi. Ces marais sont intégralement endigués. La circulation de l'eau à l'intérieur est entièrement gérée par des vannes et pompes pour favoriser l'évaporation et amener le sel à précipiter.

Un contrôle constant des niveaux et de la salinité est effectué. Ce sont ainsi 80 Mm³ d'eau de mer à 36 g/l qui sont introduits dans les salins. Sous l'effet de l'évaporation, la teneur en chlorure de sodium s'élève jusqu'à 260 g/l, concentration à laquelle le sel va précipiter. La production de sel intervient au bout de deux ans de circulation à travers les lagunes de préconcentration et de cristallisation.

Quatre phases se succèdent dans une année :

- pompage d'eau de mer,
- préconcentration pour amener l'eau à saturation en NaCl,
- concentration pour faire déposer le sel sur les tables saunantes,
- récolte du sel mécanisée à partir de la fin du mois d'août, sur une courte période (35 jours) avant les pluies d'automne.

La période d'octobre à mars correspond à la période de repos des surfaces saunantes. On procède alors à l'entretien des bassins, au stockage des eaux et à l'expédition du sel.

L'exploitation salinière requiert l'utilisation de méthodes de production de pointe comme la gestion informatisée des mouvements d'eau ou le nivellement au laser des tables saunantes. La gestion de l'eau dans les salins est donc indépendante des autres activités. L'eau provient uniquement de la mer où elle est ensuite évaporée. Le réseau des Salins comprend 30 stations de pompage pour gérer les entrées et sorties d'eau.

■ LA PECHE ET LA CHASSE

Les activités de pêche et de chasse sont assujetties au niveau d'eau et à la salinité des étangs au sein du système Vaccarès pour éviter la sursalure estivale préjudiciable au potentiel halieutique des étangs et lagunes. Les activités cynégétiques sont également réglées, en fonction des espèces, sur des niveaux d'eau et salinité spécifiques.

> La pêche

Le principal enjeu pour les pêcheurs est de conserver un potentiel halieutique économiquement viable, notamment en modérant le risque de sursalure estivale des étangs de Malagroy et de l'impérial. Lorsque les niveaux baissent et qu'il n'y a plus de connexion suffisante entre le Vaccarès et les étangs du sud, il y a en effet sursalure par concentration. Si l'on prend soin de limiter l'augmentation de la salinité autant que possible, il faut cependant intégrer dans les modèles de gestion, les dates d'ouverture de la pêche dans les Impériaux (fermeture de la pêche pendant l'été).

> La chasse

Le niveau de salinité des étangs joue un rôle important pour les oiseaux d'eau au sein du système Vaccarès. La répartition des oiseaux, notamment canard et foulques, est influencée par la hauteur des niveaux d'eau. La salinité a un rôle déterminant au sein du système : une salinité relativement élevée (supérieure à 15 g/l) entraîne une floculation des matières en suspension et rend l'eau plus claire. De ce fait la lumière parvient plus facilement au fond et favorise le développement des herbiers de zostères. Ces herbiers sont une ressource alimentaire majeure par sa consommation directe (foulques, plongeurs) et parce qu'ils abritent des poissons et crustacés pouvant être consommés. Nombre des oiseaux regroupés sur les étangs pendant la journée (remise) regagnent les marais la nuit venue (gagnage).

Dans l'espace autour du Vaccarès, les marais jouent un rôle important pour les oiseaux d'eau, espèces gibier et patrimoniales. Cependant les irrigations au printemps et en été aboutissent à des systèmes aquatiques permanents et doux. Ce phénomène est amplifié par la réalisation d'endiguements destinés à gérer l'eau avec plus de facilités (morcellement). Il s'ensuit un développement d'espèces cosmopolites exogènes tendant à exclure les espèces méditerranéennes caractéristiques des milieux camarguais. Le développement d'espèces envahissantes comme la jussie que l'on retrouve dans la pluparts de milieux dessalés, entrave le maintien de toutes les autres espèces. A terme, c'est aussi une eutrophisation des milieux qui risque de se produire, défavorable à toutes espèces végétales et animales.

■ L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

L'alimentation en eau potable des Camarguais est contrainte par deux facteurs :

- la salinité des sols qui implique que la nappe phréatique n'est exploitable que très ponctuellement et en faible quantité. Les ressources souterraines exploitables en eau douce se trouvent donc à l'extérieur du delta, dans la plaine de la Crau.
- la dispersion de l'habitat qui rend difficile et coûteuse la réalisation d'un réseau de distribution en eau potable pour l'ensemble des habitants. On estime que quelque 150 mas n'ont pas encore accès à l'alimentation publique en eau potable.

Les deux communes d'Arles et des Saintes-Maries-de-la-Mer prévoient de développer leurs réseaux d'eau potable et de sécuriser leur approvisionnement.

> La commune d'Arles

La Société des eaux d'Arles (SEA) est gestionnaire de l'eau potable pour la Communauté d'agglomération Arles Crau Camargue Montagnette (ACCM) qui en a la compétence. Les ressources principales en eau de la commune sont situées dans la plaine de la Crau :

- Le forage de Saint-Hyppolite exploite la nappe de Crau, une nappe d'eau ne subissant aucune influence salée. Elle représente la seule ressource pour la zone agglomérée d'Arles. Les hameaux de Gageron, Saliers, Albaron et Paty-de-la-Trinité, auparavant alimentés par l'eau du Petit Rhône, sont reliés à ce réseau.
- Les forages du Mazet dans la nappe de la Crau à Mas-Thibert alimentent les hameaux du sud de la Camargue (Le Sambuc, Salin-de-Giraud).

Les prochains aménagements communaux visent notamment à diversifier les ressources et à les sécuriser. En effet, la nappe de la Crau est sensible aux pollutions accidentelles et le forage du Mazet se trouve à proximité du biseau salé.

> La commune des Saintes-Maries-de-la-Mer

Deux types de ressources en eau sont exploités :

- A l'Ouest du Petit Rhône, la société de distribution d'eau intercommunale (SUEZ) fournit l'eau du champ captant gardois en provenance de la nappe du Vidourle,
- A l'Est du Petit Rhône, la Générale des eaux gère l'eau potable d'une station de pompage du Petit Rhône, au Mas Sénébier.

Sur cette commune, peu de mas restent isolés mais ces derniers sont aussi les plus éloignés des réseaux publics.

> Les mas isolés

Certains mas proches des limites communales d'Arles et des Saintes-Maries-de-la-Mer ont été raccordés dans le cadre d'une coopération

entre collectivités compétentes. Au total, 296 mas ont été raccordés. Cependant, pour les 150 mas trop éloignés de tout réseau public de distribution, les solutions d'accès à l'eau potable restent encore à définir. Faute de meilleure solution, ils devront conserver des modes d'alimentation et de traitement individuels.

■ L'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES

La ville d'Arles a lancé un schéma directeur actualisé d'assainissement des eaux usées visant plus spécialement le réseau de la partie agglomérée, qui présente le plus d'enjeux. En dehors de la zone agglomérée, les dysfonctionnements et améliorations à résoudre sur le territoire strictement camarguais sont : les surcharges hydrauliques de Salin-de-Giraud (eaux brutes), les branchements sur le hameau du Sambuc et de Saliers et l'absence de traitement d'Albaron.

Les dysfonctionnements du lagunage de la ville des Saintes-Maries-de-la-Mer ont amené l'Etat à constater qu'il est impossible d'apporter des améliorations au système de traitement actuel pour garantir le respect des niveaux de rejet demandés par la directive ERU. Il est donc convenu de mettre en place un traitement à l'amont des lagunes. Pour sa localisation, le site actuel de la station de prétraitement est privilégié.

La dispersion de l'habitat entraîne des difficultés de raccordement aux réseaux d'assainissement collectif et donc une diversification des modes de traitement individuel des eaux usées domestiques. De nombreuses zones demeurent encore aujourd'hui sans réseau, ni traitement. Les SPANC (services publics d'assainissement non collectifs) sont des services qui contribuent à une amélioration sensible de la qualité des situations. Mais les particularités du territoire - zone inondable, nature des sols, présence de nappes dans le proche sous-sol - et l'absence de dispositifs individuels autorisés adaptés à cette situation sont un frein au développement de l'assainissement autonome.

> La commune d'Arles

Depuis le 1er janvier 2004, la Communauté d'agglomération Arles Crau Camargue Montagnette (ACCM) est compétente en matière d'assainissement sur l'ensemble de son territoire.

La ville d'Arles dispose d'un Schéma directeur d'assainissement (SDA) établi en 1989 puis actualisé en 2000 à partir de différentes études partielles. Certaines actions ont été mises en œuvre comme la réduction des eaux parasites, la construction de cinq nouvelles stations d'épuration par l'ACCM, notamment dans les hameaux ²⁷.

La population, le développement urbain et les activités ont largement évolué. Ainsi le zonage d'assainissement (répartition entre collectif et non collectif), n'est plus cohérent avec les limites de l'urbanisation actuelle ou en cours de définition dans le plan d'urbanisme.

La commune d'Arles a engagé la révision de son PLU. Le Plan d'aménagement et de développement durable (PADD) prévoit notamment de porter la population en 2020 à 60 000 habitants soit un accroissement de 345 logements/an, d'urbaniser les quartiers de la zone agglomérée en développant la ville sur elle-même et d'étendre l'urbanisation essentiellement dans deux quartiers : Fourchon / Pont-de-Crau et Tête de Camargue.

Par ailleurs, le fonctionnement des réseaux n'est pas satisfaisant du fait des rejets directs dans le milieu, des entrées d'eaux claires, de l'absence d'autosurveillance du réseau de l'agglomération et de l'état des réseaux.

Le service est géré en affermage par la SEA depuis 1987 pour une durée de 30 ans. La commune d'Arles comptait en 2006 environ 52 000 habitants, dont environ 44 000 habitants sur l'agglomération, en grande partie raccordée au réseau d'assainissement collectif. Le taux de raccordement global sur la commune était de 89 % en 2008.

Comme pour les quatre autres communes de la Communauté d'agglomération, la ville d'Arles a lancé un schéma directeur actualisé d'assainissement visant plus spécialement le réseau d'assainissement de la partie agglomérée qui présente le plus d'enjeux.

Le Schéma directeur d'assainissement de la commune d'Arles et son zonage d'assainissement sont en cours d'actualisation pour faire face aux nouvelles exigences réglementaires et aux évolutions urbaines.

Les axes d'intervention principaux du Schéma directeur d'assainissement d'Arles

- la mise en conformité de l'assainissement de l'agglomération en cours,
- l'étude de schémas directeurs d'assainissement qui aboutiront à un programme d'amélioration des ouvrages pour l'élimination des eaux parasites, et le renforcement des stations d'épuration,
- la création et le renforcement de stations d'épuration pour les villages arlésiens de Salin-de-Giraud, Raphèle et Moulès - y compris les réseaux de transfert des eaux usées respectifs,
- la réhabilitation des réseaux existants en application des schémas directeurs (mise en séparatif, étanchéité, raccordements au réseau d'assainissement, suppression des entrées d'eaux claires parasites et des eaux pluviales),
- l'extension des réseaux d'assainissement, en accompagnement de l'urbanisation (zones économiques et habitat) en vue de renforcer la protection du milieu naturel et des ressources en eau.

²⁷ Actualisation du schéma directeur d'assainissement de la commune d'Arles. Présentation des services d'assainissement, octobre 2009

Assainissement collectif

Territoires de la commune d'Arles	Ouvrages d'assainissement
Zone agglomérée	<p>Le réseau d'assainissement de l'agglomération d'Arles, de type séparatif, comprend 47 stations de relevage (dont 38 télésurveillées) permettant d'acheminer les effluents jusqu'à la station de la Montcalde. La population desservie est estimée à 41 100 habitants.</p> <p>La station d'épuration de la Montcalde, de type boues activées moyenne charge, a été mise en service en 1976, pour une capacité de traitement nominale théorique de 50 000 EH. Caractérisée par des non-conformités et des rejets sans traitement, la station est en cours d'extension et de mise aux normes pour une capacité de 77 000 EH, une charge hydraulique de temps sec de 13 090 m³/j et une charge en DBO5 de 4 620 kg/j. Les eaux épurées sont rejetées dans le Rhône qui n'est pas classé en zone sensible.</p>
Hameau de Saliers	<p>Le réseau de Saliers est dépourvu de poste de relevage et de surverse. La capacité de la station est de 225 EH correspondant à une charge organique de 15 kg / j (DBO5) et une charge hydraulique de 45 m³/jour. La station d'épuration est de type disques biologiques suivi d'un lagunage naturel et rejette les eaux épurées dans un fossé pluvial.</p> <p>Une station privée traite également les eaux usées du camping « Crin Blanc ».</p>
Hameau du Sambuc	<p>Le réseau de Sambuc comprend trois stations de relevage qui ne sont pas équipées de surverse. La capacité de la station est de 450 EH correspondant à une charge organique de 27 kg / j (DBO5) et une charge hydraulique de 90 m³/jour. La station d'épuration est de type filtres plantés de roseaux et rejette les eaux épurées dans un fossé pluvial.</p>
Hameau de Salin de Giraud (voir fiche technique page suivante)	<p>Le réseau de Salin de Giraud est équipé de 9 stations de relevage dont une dispose d'une surverse. La capacité de la station est de 2 200 EH correspondant à une charge organique de 132 kg / j (DBO5) et une charge hydraulique de 330 m³/jour. La station d'épuration est de type filtres plantés de roseaux et rejette les eaux épurées dans le Rhône.</p> <p>Sur le secteur Salin de Giraud, une étude réalisée en 2009 a conclu au caractère très sensible du réseau aux intrusions d'eaux claires permanentes (globalement 42 %) avec un impact important des apports d'irrigation (réseaux d'eaux brutes) et au dépassement régulier, par temps sec, des capacités des stations de relevage et de la station d'épuration.</p>
Albaron	<p>Le réseau d'Albaron est équipé d'un poste de relevage, d'une capacité de 140 EH, qui rejette les effluents directement dans le Petit Rhône.</p>

En dehors de la zone agglomérée, les disfonctionnements et améliorations à résoudre sur le territoire strictement camarguais sont : les surcharges hydrauliques de Salin-de-Giraud (eaux brutes), les branchements sur le hameau du Sambuc et de Saliers et l'absence de traitement d'Albaron.

Description de la station

Nom de la station : ARLES-SALIN DE GIRAUD
[\(Zoom sur la station\)](#)
Code de la station : 060913004009
Région : PROVENCE-ALPES-CTE-AZUR
Département : 13
Date de mise en service : 30/06/2007
Service instructeur : SN Rhône Saône
Maitre d'ouvrage : Communauté d'agglomération Arles Crau Camargue Mon
Exploitant : Société des eaux d'Arles
Commune d'implantation : ARLES

+ Industriels raccordés :

Capacité nominale : 2200 EH
Débit de référence : 330 m3/j
Autosurveillance validée : Oui
Traitement requis : traitement secondaire
Traitement existant : traitement secondaire

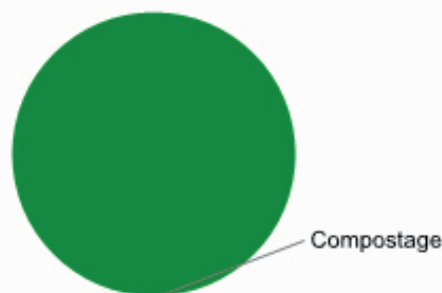
- Les filières de traitement :

déshydratation naturelle
autre procédé
filtres plantés
prétraitement

Chiffres clefs en 2008

Charge maximale en entrée : 2380 EH
Charge maximale en entrée : 142,8 KgDBO5/j
Débit entrant : 545 m3/j
Production de boues : 35.7 tMS/an

Destinations des boues en 2008 (en tonnes de matières sèches par an) :



Source : MEDDM - BDERU
Fiche générée le : 10/05/2010

[Voir la fiche SANDRE de la STEP](#)

Agglomération d'assainissement

Code de l'agglomération : 060000213004
Nom de l'agglomération : ARLES 6
Commune principale : ARLES
Taille de l'agglomération : 2380 EH
Somme des charges entrantes : 2380 EH
Somme des capacités nominales : 2200 EH

+ [Liste des communes de l'agglomération](#) :

Milieu récepteur

Bassin hydrographique : RMC
Type : eau douce
Nom : Rhône
Nom du bassin versant : Rhône

Zone Sensible : Hors zone sensible
Date de l'arrêté : Sans objet
Critère de sensibilité : Sans objet

[Voir le point de rejet \(Double-cliquer sur le point pour l'effacer\)](#)

Respect de la réglementation

Conforme en équipement au 31/12/2008 : Oui
Date de mise en conformité : 30/06/2007
Abattement DBO5 atteint : Oui
Abattement DCO atteint : Oui
Abattement Ngl atteint : Sans objet
Abattement Pt atteint : Sans objet
Conforme en performance en 2008 : Oui

Réseau de collecte conforme : Oui
Date de mise en conformité : 31/12/2007

Assainissement non collectif

Le Service public d'assainissement non collectif (SPANC) a réalisé un diagnostic des installations existantes en 2006 pour définir des priorités de réhabilitation en fonction de l'impact sur l'environnement et l'hygiène public et a servi de base à l'élaboration du programme de réhabilitation des installations d'assainissement non collectif.

Sur la base de ce diagnostic, 783 sur 2 446 des installations d'assainissement non collectif de la commune d'Arles, soit 35 %, doivent être réhabilitées de façon urgente.

Quelque 221 installations à réhabiliter ont été prises en charge par le PACT-ARIM à travers le 8ème programme de subvention de l'Agence de l'eau (2006-2009) mais seulement 13 % de ces installations ont été réhabilitées au 31 décembre 2009.

L'ACCM s'est engagée dans le 9ème programme de subvention de l'Agence de l'eau (2008-2011) pour les 843 installations restant à réhabiliter sur l'ensemble du territoire de l'agglomération. L'ACCM poursuivra enfin en 2010 son action nouvellement engagée en 2009 auprès des particuliers qui doivent rénover leurs installations individuelles d'assainissement. L'ACCM assumera le portage financier des aides publiques attribuées par l'Agence de l'eau, le Conseil régional et le Conseil général. L'ACCM abondera également à ce programme en apportant une aide directe complémentaire incitative. L'objectif étant d'aider 800 foyers sur 3 ans. Au total, les investissements prévus en 2010 s'élèvent à 4,5 M€ pour l'eau et 15,2 M€ pour l'assainissement²⁸.

Afin de prendre en compte les spécificités du territoire du PNRC et de répondre aux nombreuses demandes des Camarguais, le Parc pourra en relation avec l'ACCM, accompagner les habitants et les collectivités en charge des SPANC par :

- l'harmonisation, à l'échelle de son territoire, des zones d'assainissement, des techniques d'assainissement disponibles,

²⁸ Source : ACCM. Présentation du débat d'orientations budgétaires 2010.

de l'information du public et des possibilités de financement,

- la recherche éventuelle des financements pour des opérations de réhabilitation,
- la mise en place d'un relai local d'information et de communication sur le sujet.

> La commune des Saintes-Maries-de-la-Mer

La commune dispose d'un schéma d'assainissement²⁹ réalisé en 2006 où elle a délimité :

- Les zones d'assainissement collectif où elle est tenue d'assurer la collecte des eaux usées domestiques et le stockage, l'épuration et le rejet ou la réutilisation de l'ensemble des eaux collectées,
- Les zones relevant de l'assainissement non collectif où elle est seulement tenue afin de protéger la santé publique, d'assurer le contrôle des dispositifs d'assainissement et, si elle le décide, leur entretien.

Assainissement collectif


Station de lagunage

Le système d'assainissement de la ville est constitué depuis 1979, d'un lagunage d'une capacité de 18 000 EH et d'un débit de référence de 3 000 m³/j exploité par VEOLIA. L'auto-surveillance a été mise en place en 2002.

Le rejet du lagunage des Saintes-Maries-de-la-Mer s'effectue dans un canal rejoignant le grau de Fourcade. Immédiatement à l'aval du rejet, un ouvrage vanné régit les échanges entre la mer et l'étang des Impériaux. Les trop-pleins du réseau unitaire qui subsiste par temps d'orage (déversoirs) rejoignent le canal de ceinture (canal des Barachines), canal de drainage qui se rejette dans le grau de Fourcade, à l'aval de l'ouvrage vanné, via une station de relèvement.

²⁹ Commune des Saintes-Maries de la Mer, 2009. Schéma directeur d'assainissement. Mémoire justificatif du zonage de l'assainissement et programme de travaux. CEREG

De là, il migre soit vers la mer, soit vers le milieu lagunaire, suivant le sens des échanges au droit du pertuis de Fourcade.

Stes Maries de la mer	
Description de la station Nom de la station : Stes Maries de la mer (Zoom sur la station) Code de la station : 060913096001 Région : PROVENCE-ALPES-CTE-AZUR Département : 13 Date de mise en service : 01/01/1993 Service instructeur : SMN Bouches du Rhône Maitre d'ouvrage : Commune des Saintes Maries de la Mer Exploitant : Compagnie Générale des Eaux Commune d'implantation : SAINTES-MARIES-DE-LA-MER Industriels raccordés : Capacité nominale : 18000 EH Débit de référence : 3000 m3/j Autosurveillance validée : Oui Traitement requis : traitement secondaire Traitement existant : traitement secondaire Les filières de traitement : lagunage naturel	Chiffres clefs en 2008 Charge maximale en entrée : 12074 EH Charge maximale en entrée : 724,44 KgDBO5/j Débit entrant : 853 m3/j Production de boues : 0 tMS/an Destinations des boues en 2008 (en tonnes de matières sèches par an) :  Absence de données
Agglomération d'assainissement Code de l'agglomération : 060000113096 Nom de l'agglomération : LES SAINTES- MARIES DE LA MER Commune principale : SAINTES-MARIES-DE-LA-MER Taille de l'agglomération : 12074 EH Somme des charges entrantes : 12074 EH Somme des capacités nominales : 18000 EH Liste des communes de l'agglomération :	Source : MEEDDM - BDERU Fiche générée le : 10/05/2010 Voir la fiche SANDRE de la STEP
	Milieu récepteur Bassin hydrographique : RMC Type : eau côtière Nom : mer Nom du bassin versant : Mer Méditerranée Zone Sensible : Hors zone sensible Date de l'arrêté : Sans objet Critère de sensibilité : Sans objet Voir le point de rejet (Double-cliquer sur le point pour l'effacer)
	Respect de la réglementation Conforme en équipement au 31/12/2008 : Oui Date de mise en conformité : 31/07/1979 Abattement DBO5 atteint : Non Abattement DCO atteint : Non Abattement Ngl atteint : Sans objet Abattement Pt atteint : Sans objet Conforme en performance en 2008 : Non Réseau de collecte conforme : Oui Date de mise en conformité : 31/07/1979

En 2005, un audit réalisé par VEOLIA montrait que le rejet du lagunage n'était pas conforme aux objectifs de qualité au regard des MES (19 cas sur 25) et de la DCO et DBO5 (7 cas sur 25). Les dysfonctionnements du lagunage étaient imputables à :

- la présence de chlorures,
- la septicité de l'effluent brut,
- la présence de graisses dans les réseaux et postes de relèvement,
- l'exploitation des lagunes, la conception ne permettant pas de faire varier les niveaux et d'adapter les temps de séjour,
- la vétusté de l'installation de prétraitement.

Un diagnostic du lagunage a été réalisé en 2010 par le CEMAGREF. Il met en évidence les points suivants :

- L'installation n'est pas en surcharge par rapport au dimensionnement initial et par rapport aux valeurs théoriques de fonctionnement en été,
- Les premières lagunes provoquent des nuisances d'odeurs en été pour le camping situé à proximité en liaison avec la désoxygénation
- Les concentrations en DCO et MEST sont supérieures aux seuils réglementaires avec de nombreux dépassements du seuil rédhibitoire pour la DCO, ce qui entraîne la non conformité des rejets.

A partir des conclusions du CEMAGREF, les décisions suivantes ont été prises le 9 septembre 2011 :

- L'Etat a constaté qu'il est impossible d'apporter des améliorations au système de traitement actuel permettant de garantir le respect des niveaux de rejet demandés par la directive ERU. Il convient donc de mettre en place un traitement à l'amont des lagunes. Pour sa localisation, le site actuel de la station de prétraitement sera privilégié.
- L'Agence de l'eau a indiqué que le 9ème programme donne une priorité pour la lutte contre les pollutions domestiques aux travaux de mise en conformité des

agglomérations au regard de la directive ERU. Dans ce cadre, l'Agence de l'eau pourrait apporter une aide financière à la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer pour des travaux d'amélioration / réhabilitation de la station d'épuration.

A ce jour (2011), la commune a désigné une assistance à maîtrise d'ouvrage pour définir le programme et les opérations à conduire. Le conseil municipal délibérera au plus tôt pour engager un processus de désignation de la maîtrise d'ouvrage. Le début des travaux est prévu en décembre 2012.

Pin Fourcat et Pioch Badet

Depuis 1998, Pin Fourcat possède une station d'épuration à traitement biologique. Le hameau des Cabanes de Cambon est équipé d'une station d'épuration récente et celui de Pioch Badet d'un dispositif privé qui devrait être repris et renforcé par la collectivité.

Assainissement non collectif

L'extension du réseau collectif d'assainissement des Saintes-Maries-de-la-Mer est limitée à la zone agglomérée. Les secteurs d'habitat diffus, d'accueil touristique et de loisirs (hôtels et manades) situés en particulier le long de la route d'Arles ne sont pas raccordés au réseau. L'existence de rejets diffus d'eaux usées issus de ces secteurs est connue. Ils ne font pas encore cependant l'objet d'un recensement exhaustif et systématique.

Ces rejets ont lieu :

- soit vers les étangs : Les Launes à l'ouest, Ginès au nord, les Impériaux à l'Est,
- soit vers les canaux : le long de la route d'Arles (RD 570) et canal de Barrachine.

Seuls les rejets aux canaux représentent un risque non négligeable de contribution à la pollution du milieu littoral via le rejet du canal de ceinture qui collecte l'ensemble de ces canaux.

La commune a chargé en 2006 la société fermière VEOLIA d'un recensement et d'un diagnostic de conformité portant sur l'ensemble des dispositifs d'assainissement autonomes et semi-collectifs de la commune. Ce diagnostic se poursuivra par une mise en conformité de l'ensemble des installations, donc par une suppression progressive des rejets domestiques diffus qui sont très probablement la principale cause, du moins par temps sec, de la mauvaise qualité sanitaire des canaux de drainage et du canal de ceinture en particulier.

■ GESTION INTEGREE DE LA ZONE COTIERE

La présence d'espèces remarquables souligne l'intérêt biologique et écologique de la zone marine du PNRC située dans le golfe de Beauduc, qui constitue une zone de nurserie pour les poissons plats. Cependant les milieux, leur fonction de nurserie et leur exploitation par la vingtaine de pêcheurs artisanaux sont menacés par la pratique incessante et illégale d'arts traînants non sélectifs (chalutage) et s'exerçant normalement au-delà des 3 milles marins. On dénombre 90 licences de pêche à pied de la telline, mais la chute récente de la production met en avant un problème de fragilisation de la ressource.

A la demande des 20 pêcheurs aux petits métiers, la faisabilité d'un projet de réserve marine dans le golfe de Beauduc est étudiée depuis 2005. Les pêcheurs ont opté pour la création d'un cantonnement de pêche sur 450 ha, assorti de mesures de gestion. Cette action est identifiée dans le Document d'objectifs de Natura 2000 (site s'étendant en mer jusqu'aux 3 milles marins) comme prioritaire pour restaurer les habitats marins dégradés et améliorer la biodiversité de la zone marine camarguaise.

> Le milieu marin^{30 31}

Le golfe de Beauduc, principalement constitué de substrats meubles, présente une grande biodiversité puisque 140 espèces de poissons et d'invertébrés y sont recensées. Par ailleurs la présence d'espèces remarquables comme *Hippocampus hippocampus* et *Zostera noltii* souligne l'intérêt biologique et écologique de la zone marine du PNRC. Le golfe de Beauduc est aussi identifié comme une zone de nurserie notamment pour les poissons plats.

Les éléments de connaissance relèvent de plusieurs campagnes en mer :

- 2004 : des inventaires réalisés par le Parc à partir de la côte (senne de plage) ont identifié 36 espèces de poissons entre 0 et 2 m dont 63 % étaient au stade juvénile.
- 2005 : un herbier de zostères naines (*Zostera noltii*) a été découvert près du rivage. Il occupe une surface de près de 1 000 m² en plusieurs taches situées entre 0,80 m et 1,10 m de profondeur. C'est une espèce protégée au niveau régional, qui a un rôle d'abri pour de nombreuses espèces, de stabilisation des fonds et de production d'oxygène.
- 2006 : des échantillonnages à la drague ont permis d'identifier 57 espèces de mollusques réparties dans 30 familles dont 41 espèces dans le golfe de Beauduc.
- 2007 : étude de la macrofaune benthique du golfe de Beauduc par des prélèvements en zones plus profondes (à - 6 m, - 10 m et - 20 m de profondeur) sur deux saisons et deux transects. Cette campagne en mer a recensé 140 espèces de poissons et d'invertébrés dont deux espèces de poissons protégés (*Hippocampe* et Raie étoilée). Le rôle de nurserie du golfe de

30 PNRC, septembre 2004. Pré-inventaire qualitatif et premiers travaux sur la dynamique des poissons du golfe de Beauduc. Y. Hérouin.

31 PNRC, novembre 2007. Inventaire de la macrofaune benthique du golfe de Beauduc en vue de l'élaboration d'un protocole de suivi scientifique du littoral marin, du Parc Naturel Régional de Camargue, Université de la Méditerranée, Centre d'Océanologie de Marseille.

Beauduc a été confirmé, du fait d'un fort recrutement des juvéniles de poissons en été.

En dehors des lauzes (plaques de grès), les substrats durs sont ici représentés par des structures artificielles (récifs artificiels, épaves) dont l'architecture hétérogène attire de nombreuses espèces de poissons (loups notamment), crustacés (petite cigale) et mollusques (par exemple, les calmars). Une faune fixée très dense y est observée : anémones, hydraires, vers spirographes et éponges.

> La pêche maritime

La pêche artisanale (pêche aux petits métiers) compte 20 pêcheurs en mer, principalement basés à Port-Gardian aux Saintes-Maries-de-la-Mer. Ils utilisent majoritairement les filets maillants et trémails mais également les filets à escargots (pour le Murex), les pots à poulpes et les palangres. Les principales espèces pêchées sont : les daurades, les loups, les sars, les raies, les muges, les soles, les congres, les murex, les poulpes et les tellines (voir encadré suivant).

Cependant les milieux, leur fonction de nurserie et leur exploitation par les pêcheurs artisanaux sont menacés par la pratique incessante et illégale d'arts traînants non sélectifs (chalutage) et s'exerçant normalement dans au-delà des 3 milles marins. Déstabilisant les fonds, détruisant les juvéniles de poissons et d'autres espèces, détruisant filets de pêcheurs et épaves, les chalutiers en infraction ont fortement dégradé ce milieu riche des échanges hydrobiologiques entre le delta et la mer.

La pêche de la telline en Camargue

La telline, petit coquillage bivalve très prisé en Camargue, est exploitée dans la zone littorale camarguaise par une pêche à pied intensive (130 autorisations délivrées en 2002, 106 en 2004, 90 licenciés aujourd'hui pour une zone allant du Rhône Vif au Grand Rhône). La production annuelle de tellines a chuté ces deux dernières années, passant d'environ 350 t par an (tonnage déclaré) à 115 t en 2009, mettant en avant un problème de fragilisation de la ressource.

La répartition des tellines présente une grande hétérogénéité en fonction des sites (Pointe de Beauduc, Saintes-Maries-de-la-Mer, Plage de Beauduc, Plage de Piémanson) avec des proportions d'adultes et de juvéniles différentes.

Un plan de gestion de la telline a été proposé*. Il est basé sur des actions relatives à la gestion du stock et de l'activité, à la valorisation de la ressource et à la communication (charte de qualité « Telline », labellisation à terme du produit telline), au suivi du stock et du rendement de la pêche.

* Parc naturel régional de Camargue, 2007. Etude globale sur la telline, état des lieux et proposition de gestion. Biotope et P2AD.

Une bonne partie des pêcheurs aux petits métiers pratiquent également en étangs où ils pêchent l'anguille (voir encadré suivant), l'athérine et la crevette grise. On estime à 60 t le débarquement annuel à Port Gardian (hors tellines).

Etat des lieux de la pêche professionnelle à l'anguille en région PACA et en Camargue*

La pêche de l'anguille en Méditerranée est une pratique ancestrale liée à un savoir faire local faisant appel à des équipements réduits en termes d'embarcation et d'engins de pêche. Sur 41 pêcheurs recensés en région PACA, 12 exploitent le Vaccarès, 14 les étangs inférieurs, 7 le Rhône, 2 les salins de Giraud. Le tonnage annuel estimé par enquête serait de 158 t en Camargue sur un total de 314 t en région PACA.

Par manque de connaissance, il est aujourd'hui impossible d'évaluer l'impact de cette pêche sur les stocks. Plusieurs études ont porté sur le sujet mais elles aboutissent à des résultats très différents, difficiles à interpréter. Plusieurs axes de réflexion se dégagent toutefois de ces études :

- l'effort de pêche est limité « naturellement » dans le temps par les spécificités techniques de l'activité et les conditions de milieu limitantes,
- les engins de pêche de petit maillage (6 ou 7 mm) pèsent plus fortement sur les juvéniles du stock,
- le braconnage des civelles doit être estimé pour évaluer son impact potentiel,
- le circuit de commercialisation de l'anguille doit être mieux encadré par une traçabilité rigoureuse des produits directement depuis la transaction pêcheur/mareyeur,
- les pêcheurs d'anguilles en PACA sont peu impliqués dans les structures locales de gestion et sont de fait très mal informés du contexte et des enjeux actuels sur l'anguille.

* Abdallah Y., Crivelli A.J., Lebel I., Mauclert V., Henissart C., Marobin D., 2009. État des lieux de la pêche professionnelle à l'Anguille (*Anguilla anguilla*) en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Association Migrateurs Rhône Méditerranée, Pôle Relais Lagunes Méditerranéennes, Station

Cette pêche est menacée notamment par les PCB (Polychlorobiphényles) présents dans le Rhône. Ce sont des composés cancérigènes pour l'homme qui s'accumulent dans les sédiments et la chaîne alimentaire. A ce titre, le préfet des Bouches-du-Rhône a interdit la pêche dans le fleuve Rhône à des fins de consommation ou de commercialisation, après constatation d'un taux de contamination en dioxine et PCB dans la chair de poisson supérieur aux normes en vigueur, par arrêté en date du 7 juin 2007.

> Le projet de réserve marine dans le golfe de Beauduc ³²

A la demande des 20 pêcheurs aux petits métiers, la faisabilité d'un projet de réserve marine dans le golfe de Beauduc a été lancée en 2005. Une synthèse de la richesse biologique du golfe et une analyse technique et administrative du projet ont été ainsi réalisées. En 2008, une cartographie des fonds marins du golfe de Beauduc (4 500 ha) a été réalisée par le Parc.

L'étude de faisabilité et la carte ont constitué les outils d'aide à la décision pour lancer la concertation avec les services de l'Etat et usagers du secteur avec au premier chef les pêcheurs professionnels de Camargue. Après un porter-à-connaissance des études menées et des cartes réalisées, les pêcheurs ont pu déterminer le statut, la forme, la surface, l'emplacement et les modalités de gestion de la réserve marine.

Souhaitant participer à une gestion durable des ressources marines et favoriser la restauration du golfe de Beauduc, les pêcheurs ont opté pour la création d'un cantonnement de pêche sur 450 ha (1/10e de la superficie du golfe) assorti de mesures de gestion.

Pour protéger la réserve, il est proposé l'implantation de barrières de récifs de protection. Pour favoriser le rôle de nurserie de la réserve, des structures permettant de concentrer les juvéniles (plusieurs modules de

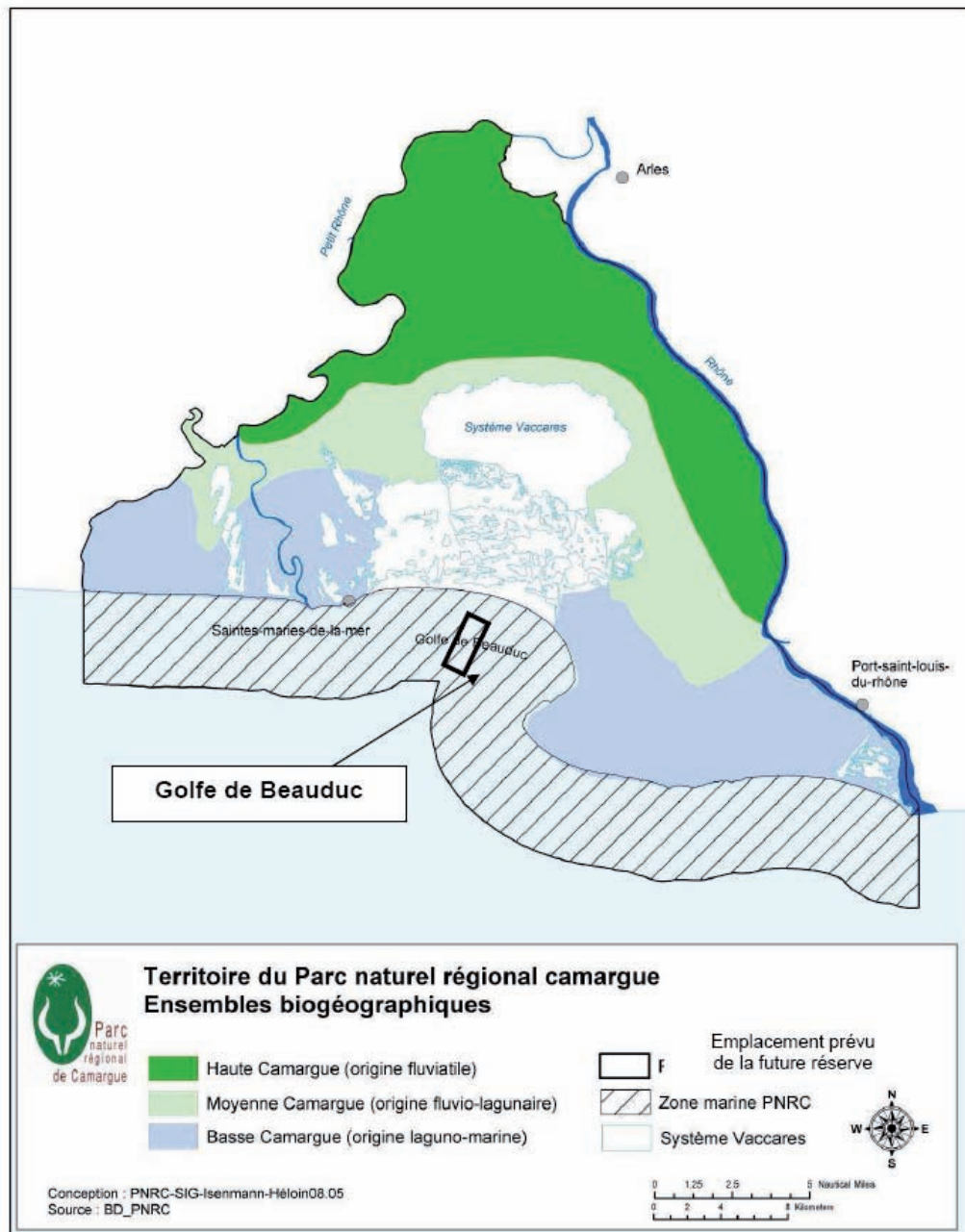
32 PNRC, avril 2010. Une réserve marine pour le golfe de Beauduc

5 m³ amovibles) seront expérimentées dans la réserve et en périphérie. Ils permettent d'augmenter les chances de survie des juvéniles de poissons (en temps normal 90 % n'atteignent pas l'âge adulte à cause de la prédation) et donc le rendement naturel de la zone.

Les pêcheurs professionnels participeront activement au suivi et à la gestion de la zone par le biais de conventions et d'une charte de bonnes pratiques. Les autres usagers et gestionnaires (plaisanciers, chasseurs sous-marins, gestionnaires d'espaces protégés...) et les services de l'Etat concernés ont été associés au projet lors d'une réunion de présentation et d'échanges (préfigurant le futur comité de pilotage) qui s'est tenue en janvier 2010. L'ensemble des participants a validé le contenu du projet et les services de l'Etat se sont montrés prêts à le soutenir quand le dossier sera techniquement élaboré.

Cette action est identifiée dans le Document d'objectifs Natura 2000 du site Camargue (site s'étendant en mer jusqu'aux 3 milles marins) comme prioritaire pour restaurer les habitats marins dégradés et améliorer la biodiversité de la zone marine camarguaise. Elle répond également aux objectifs de création d'une réserve de pêche mis en avant par le Grenelle de la Mer.

Figure 23. Emplacement du projet de réserve au sein du Parc naturel régional de Camargue (source PNRC : Une réserve marine pour le golfe de Beauduc. Avril 2010).



■ LE TOURISME ET LES ACTIVITES DE LOISIRS

L'attrait grandissant pour les espaces naturels protégés, en tant que vitrine de la vie sauvage, mais aussi en tant qu'espaces supports des loisirs de plein air, confère à la Camargue un intérêt touristique évident. Le Parc naturel régional de Camargue a élaboré un diagnostic touristique réalisé dans le cadre de la révision de la Charte du Parc pour la période 2010-2022 et a établi un schéma de tourisme durable 2010 – 2015 fixant une stratégie de tourisme durable et un programme d'actions correspondant.

> Les activités touristiques dans le delta

- L'offre hôtelière est de gamme moyenne et concentrée sur deux pôles : les Saintes-Maries-de-la-Mer et Arles centre. Les 56 hôtels recensés sur le territoire actuel du Parc correspondent à 22 % de l'offre d'hébergement en nombre d'établissements, soit une capacité d'hébergement de 2 315 lits ou 25 % de la capacité d'hébergement totale du Parc.
 - L'hôtellerie de plein air offre la capacité d'accueil la plus importante des hébergements marchands (6 050 lits), soit 61 % de la capacité d'accueil totale. Elle est concentrée sur le littoral des Saintes-Maries-de-la-Mer.
 - Très présent en Camargue, le tourisme en camping-car est en constant développement. Non maîtrisée, cette pratique peut avoir des impacts dommageables pour les milieux naturels.
 - L'offre de loisirs de pleine nature se développe lentement alors que les potentialités sont bien présentes, au même titre que la demande. Les conflits d'usage qui peuvent exister entre les nombreuses activités de pleine nature possible (randonnées équestre, pédestre, VTT, cyclotourisme, chasse, pêche, sports nautiques...) expliquent aussi les difficultés de structuration de l'offre.
- La randonnée équestre est l'expression d'une véritable « culture du cheval » en Camargue. Malgré le grand nombre d'établissements et de lieux dédiés au cheval et à l'équitation, la Camargue ne connaît pas l'essor que l'on pourrait imaginer en matière de randonnée équestre. Une des premières raisons se trouve dans les lacunes de l'offre d'itinéraires équestres. Le déploiement de la randonnée équestre en Camargue est également freiné par le manque de structures d'accueil pour les cavaliers indépendants et leurs chevaux.
 - La pêche est encore peu répandue en Camargue. Il convient plutôt de parler de « pêche amateur » que de « pêche touristique », la pêche en mer étant le fait de pratiquants locaux sans qu'il soit possible de parler pour autant de clientèle touristique.
 - Les pratiques montantes du 4 x 4 et du quad posent plusieurs questionnements : quelle place accorder à ces pratiques consommatrices d'espace au sein d'un territoire à forte valeur patrimoniale ? Quelles mesures doivent être prises (interdiction, réglementation...) pour des pratiques qui présentent des impacts avérés sur un espace préservé ?
 - La filière naturaliste représente une offre partielle qui peine à se structurer. Les produits les plus aboutis en termes de découverte des espaces naturels relèvent de l'ouverture payante de quelques sites bien déterminés, longtemps réservés aux scientifiques et aux naturalistes les plus expérimentés.

> Le tourisme littoral

- Le littoral sableux préservé, qui s'étend sur plus de 50 km entre les Saintes-Maries-de-la-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône, est à l'origine de l'essor du tourisme dans le delta et constitue encore aujourd'hui la principale raison de la venue des touristes en Camargue.
- Aux Saintes-Maries-de-la-Mer et à Port-Saint-Louis-du-Rhône, bien que les

plages soient très fréquentées durant la saison estivale, l'activité balnéaire semble maîtrisée, si l'on ne tient pas compte de l'érosion du littoral. L'accessibilité limitée de certaines plages (plages privées ou domaine communal du Grand Radeau) participe à la préservation de la côte.

- Ce n'est pas le cas des plages de Piémanson et Beauduc qui accueillent toujours d'innombrables caravanes et tentes durant la haute saison, de façon illicite mais tolérée sur le domaine public maritime, constituant un véritable « no man's land » local. Les pratiques dévastatrices pour les milieux dunaires - notamment par les véhicules motorisés de type 4 x 4 ou quad - s'additionnent à un intense phénomène d'érosion.
- En Camargue, l'offre nautique est modeste et se concentre aux Saintes-Maries-de-la-Mer : Port Gardian dispose de 370 postes (22 pour les pêcheurs, 153 pour la location, 111 pour les amodiations, 84 pour le passage).
- Les plages d'Arles du fait de conditions de vent propices, sont considérées comme un spot européen majeur du kite-surf et les Saintes-Maries-de-la-Mer sont dotées d'un canal de vitesse unique en France, destiné à établir des records en planche à voile.

> Tourisme durable et Contrat de delta

Le schéma de tourisme durable 2010 – 2015³³ propose quatre axes ayant pour ambition de « faire de la Camargue une destination de tourisme durable fondée sur la découverte et la valorisation d'une zone humide d'intérêt international » :

- Structurer l'offre touristique en fédérant les acteurs du territoire,
- Développer une offre de qualité attractive intégrant le management environnemental et l'accessibilité,
- Mieux répartir l'activité touristique sur l'ensemble du territoire,

- Véhiculer une image cohérente dynamique de l'espace, en s'appuyant sur la préservation de l'environnement et sur l'identité culturelle.

Certains thèmes consolidant ces axes sont compatibles avec et renforcent les orientations fixées par le Contrat de delta. Il s'agit des considérants suivants :

- L'amélioration de la connaissance des zones humides : le territoire du Parc naturel régional de Camargue est un territoire particulier du fait de sa situation deltaïque fragile, quasi insulaire. De nombreuses menaces pèsent sur cet espace, il est donc nécessaire d'y porter une attention spéciale en considérant les problématiques liées à l'eau. La situation deltaïque fragile et particulière du territoire doit être valorisée et portée à la connaissance de tous. Il s'agit d'améliorer la gestion de cette ressource et de mieux responsabiliser les différents usagers.
- L'amélioration de la gestion des zones à forte pression touristique : pour ce faire, il convient de mieux connaître les impacts de la pression touristique sur certaines zones (sites naturels, plages...) afin de minimiser les effets néfastes de l'activité touristique sur les écosystèmes fragiles en régulant la fréquentation sur les sites sensibles et en désengorgeant les lieux sur-fréquentés par des aménagements adaptés. A ce titre, il est important de limiter la circulation des personnes sur les ouvrages de protection notamment les digues, par l'organisation du stationnement.
- La maîtrise de la répartition des flux dans l'espace et dans le temps : afin d'éviter les pics de concentration de touristes sur les zones sensibles, et privilégier les flux de visiteurs dans l'espace de manière coordonnée et maîtrisée, il s'agit d'opérer un rééquilibrage géographique et temporel de l'activité touristique en favorisant le « hors saison » et « sur tout le territoire ». A noter que certains secteurs littoraux sont exclusivement réservés aux habitants de la ville qui jouxte la plage, c'est le cas notamment des Salinois.

³³ PNRC. Schéma de tourisme durable 2010 – 2015 du Parc naturel régional de Camargue. Mai 2010

Pour ce faire, il convient d'accompagner le développement de transports alternatifs en modes doux, plus respectueux de l'environnement, afin de combler les lacunes du réseau de transport actuel. Par ailleurs, il s'agit de veiller au respect des réglementations pour une meilleure prise en compte des patrimoines naturels et paysagers et des activités humaines.

■ LA SENSIBILISATION ET L'ÉDUCATION À LA GESTION DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

Dès l'origine, le Parc a basé son activité d'accueil et d'animation autour de trois idées-force : la sensibilisation, la compréhension et le dialogue. À côté du Parc, de nombreuses structures professionnelles publiques et privées proposent des actions de sensibilisation dans des domaines variés, d'une part aux scolaires et habitants du territoire et d'autre part, aux touristes et visiteurs de passage.

> Les objectifs

- Transmettre une connaissance environnementale et patrimoniale du territoire en faisant découvrir au public le territoire, son environnement et son patrimoine, en donner une vision et une connaissance justes pour permettre d'en comprendre les enjeux physiques, patrimoniaux, écologiques et humains. Il ne s'agit pas seulement d'information mais bien d'une démarche pédagogique qui s'opère par le biais de programmes adaptés en fonction des publics visés ;
- Faire acquérir dans la durée, une attitude et des gestes plus responsables pour percevoir, comprendre et protéger le patrimoine camarguais.

Les différents publics-cibles

L'offre éducative présente sur le territoire du Contrat de delta de Camargue cible trois catégories de publics :

- les scolaires du territoire, des villes-portes ou extérieurs au territoire Les objectifs de l'accueil et de l'éducation proposés au public scolaire sont définis en concertation avec l'Éducation nationale afin d'assurer la cohérence et l'efficacité de la démarche. Les thématiques retenues sont par la suite ajustées au cas par cas, en fonction des sujets traités par le responsable pédagogique.
- les habitants du territoire ou les visiteurs de passage. Concernant le public adulte, de plus en plus d'animations ponctuelles ou même de programmes pédagogiques sont proposés, en particulier dans le cadre de manifestations événementielles. On parle plus volontiers pour ce public de sensibilisation que d'éducation. Les objectifs restent néanmoins très proches de ceux concernant les scolaires.
- les touristes.

> L'offre dans le domaine de l'éducation et de la sensibilisation à l'eau et l'environnement

Il existe une offre relativement importante sur ce territoire, elle est assez compartimentée et davantage liée à la découverte de sites. Quelques 26 structures professionnelles publiques et privées sont répertoriées.

De plus, il existe à côté de ces structures, de nombreuses personnes-ressources qui ont des actions de sensibilisation dans des domaines variés.

Les offres sont peu diversifiées, les thèmes prédominants sont l'exploitation pédagogique du patrimoine naturaliste, notamment l'ornithologie, mais aussi l'élevage dans une moindre mesure. Parmi les organismes qui accueillent des élèves en séjour, seul un organisme fait du champ éducatif son activité principale.

Parmi l'offre centrée sur l'eau et les milieux aquatiques, on peut citer (liste indicative et non exhaustive) les initiatives des organismes suivants³⁴ :

- PNRC : les classes « Camargue » basées sur un cycle scolaire de 3 ans (du primaire au collège). Le programme de sensibilisation est axé sur l'eau en Camargue et 500 enfants y ont déjà participé,
- PNRC : Les « Samedis Nature du Parc » destinés au grand public (sorties avec des naturalistes, des agriculteurs, des éleveurs...),
- CPIE (Centre permanent d'initiative pour l'environnement Rhône Pays d'Arles, association) : animation et éducation au territoire (zones humides, agriculture et environnement, fleuve Rhône, phénomène d'inondation)
- Musée de la Camargue situé au Mas du Pont de Rousty, géré par le PNRC, est l'une des portes d'entrée de la Camargue dont il retrace l'histoire humaine depuis le 19ème siècle,
- Station biologique de la Tour du Valat (privé) : gestion d'un site naturel ouvert ponctuellement au public,
- Domaine de la Palissade (syndicat mixte) : éducation à l'Environnement (faune et flore),
- Parc ornithologique du Pont de Gau (SARL) : accueil de groupes scolaires ou grand public : animation nature, oiseaux.

Parmi les outils de sensibilisation, relevons en particulier :

- des plaquettes de sensibilisation sur la faune et la flore,
- la nouvelle mallette pédagogique en cours de réalisation par le PNRC qui sera adaptée pour expliciter les objectifs du Contrat de delta et son programme d'actions,

³⁴ On trouvera une liste exhaustive des structures ayant pour objet la sensibilisation dans les différents champs de l'environnement et de l'ethnographie dans le chapitre du diagnostic territorial du Parc (2006) consacré à la sensibilisation et l'éducation à l'environnement pour un développement durable.

- la « Lettre du Contrat de delta » produite par le PNRC (4 parutions à ce jour) qui sera poursuivie pour accompagner les différentes phases du contrat.

> Le rôle du Contrat de delta dans l'amélioration de l'offre éducative

Le Contrat de delta de Camargue peut promouvoir le développement de l'offre éducative et de la recherche par la création d'un outil de dialogue entre les structures d'accueil. Cet outil pourrait permettre d'harmoniser les offres proposées et d'éclairer les acteurs de l'éducation sur les niches pédagogiques existantes, les démarches, ou les mesures prises par les gestionnaires d'espaces. De plus, cet outil peut participer à la facilitation de l'acquisition de connaissances et à la diffusion des données.

■ LA RECHERCHE ET L'ACQUISITION DES CONNAISSANCES

La Camargue est depuis longtemps le centre d'intérêt d'un grand nombre d'institutions et d'organismes de gestion et de recherche ayant pour objectifs la conservation des milieux, mais aussi l'acquisition de connaissances fondamentales et appliquées. La recherche s'est progressivement orientée vers l'étude de la dynamique des populations animales et végétales dans le but d'assurer une meilleure gestion et une protection plus efficace des milieux naturels.

> La Camargue, laboratoire naturel de la recherche scientifique

La Camargue, zone humide d'importance internationale, attire depuis le 19ème siècle de très nombreux scientifiques. Les chercheurs possèdent donc des données anciennes (plus de quarante ans de suivis ornithologiques) qui leur permettent d'avoir une idée sur l'évolution du milieu au cours du temps.

Depuis ses débuts, le Parc de Camargue travaille en étroite collaboration avec les très

nombreux organismes de recherche présents sur son territoire (Tour du Valat, Desmid) ou proches (universités, INRA, CIRAD), voir encadré, pour faire connaître la complexité du territoire, le gérer et le faire comprendre à ses habitants et aux usagers.

Les scientifiques sont depuis longtemps associés aux décisions du Parc de Camargue à travers une commission de travail interne. De plus, depuis 2006, le Conseil scientifique et éthique du parc, constitué de 31 scientifiques de renom, a pour mission de se saisir de sujets à fort enjeux environnementaux (démoustication, trame verte et bleue...).

Les organismes de recherche et porteurs d'études scientifiques sur le territoire camarguais

- Le **Parc naturel régional de Camargue**, en tant que gestionnaire du site, commande ou réalise en interne des études sur un ensemble de thématiques en lien avec la gestion des espaces naturels.
- La **Réserve de Camargue** : la présence de cette très ancienne réserve naturelle (1927) constitue un lieu d'observation et de suivi à long terme du patrimoine biologique qui le compose. Les données récoltées par de nombreux naturalistes amateurs qui viennent y effectuer des séjours font de la Camargue un des espaces les mieux connus de France : plus de 150 thèses portant sur la Camargue soutenues en France.
- La **Tour du Valat** est un centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes. Composée d'une trentaine de spécialistes, la structure développe des programmes de recherche sur le fonctionnement des zones humides et teste des modes de gestion. Elle est source de connaissances dans une multitude de domaines (biologie et écologie des vertébrés et des plantes, gestion intégrée des espaces naturels, géomatique, etc), qu'elle rend accessibles au public par la publication d'articles scientifiques et de documents de vulgarisation.

En dehors du territoire lui-même, plusieurs organismes participent à l'approfondissement de la connaissance du milieu deltaïque et de ses écosystèmes.

- Le **DESMID** (Dynamique écologique et sociale du milieu deltaïque) a pour objectif scientifique d'appréhender l'environnement comme un objet interdisciplinaire relevant à la fois des sciences de l'homme et de la société et des sciences de la nature. Les recherches du DESMID ne se limitent pas au périmètre du delta de Camargue, car ses variations environnementales et hydrauliques dépendent en grande partie de son bassin versant et du Rhône en amont. Actuellement plusieurs sujets de recherche portent spécifiquement sur la Camargue à savoir :
 - Gestion intégrée d'une zone humide littorale méditerranéenne aménagée : contraintes, limites et perspectives pour l'île de Camargue (GIZCAM),
 - Etude de la gestion hydraulique de la Camargue, de la Crau et du Trébon à partir des archives des associations territoriales d'Arles,
 - Risques d'introduction, d'installation et de diffusion du paludisme en France dans un contexte de changement global,
 - Recherches sur le projet pilote de démoustication en Camargue.
- Le **CEREGE** (Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement) dirige des recherches sur les réponses du système deltaïque aux variations anthropiques et naturelles (cf. le programme d'étude ORE - RESYST dans le cadre de l'Observatoire de recherche en environnement, créé en

- L'INRA, premier institut de recherche agronomique en Europe, mène des recherches finalisées pour une alimentation saine et de qualité, pour une agriculture compétitive et durable, et pour un environnement préservé et valorisé. Aussi, c'est tout naturellement que différentes unités mixtes de recherche (UMR) se penchent sur le cas de la Camargue. En particulier, l'UMR EMMAH (Environnement méditerranéen et modélisation des agro-hydrosystèmes) dispose d'un dispositif expérimental installé en 2009 sur riz et sansouire, pour étudier les différents flux contribuant au fonctionnement de la nappe et à sa salinité en relation avec les forçages climatiques et le fonctionnement des cultures. D'autres travaux portant sur les interactions entre la mer et les aquifères sont actuellement réalisés dans le cadre du projet ANR Interface.
- Le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) s'intéresse lui aussi à la riziculture et aux plantes de rizières en Camargue dans le cadre de ses programmes de recherches.
- L'institut agronomique méditerranéen de Montpellier (IAMM) du CIHEAM (centre international des hautes études agronomiques méditerranéennes) est spécialisé en sciences économiques et sociales dans le domaine de l'agriculture de l'alimentation et du développement rural. Il s'intéresse aux aspects économiques de la riziculture Camarguaise.
- Le Centre Océanographique de Marseille ou l'Institut océanographique Paul Ricard conduisent des recherches sur le golfe de Beauduc relatives à l'ichtyofaune, aux populations benthiques ou encore à

> Des centres d'intérêt de la recherche qui évoluent

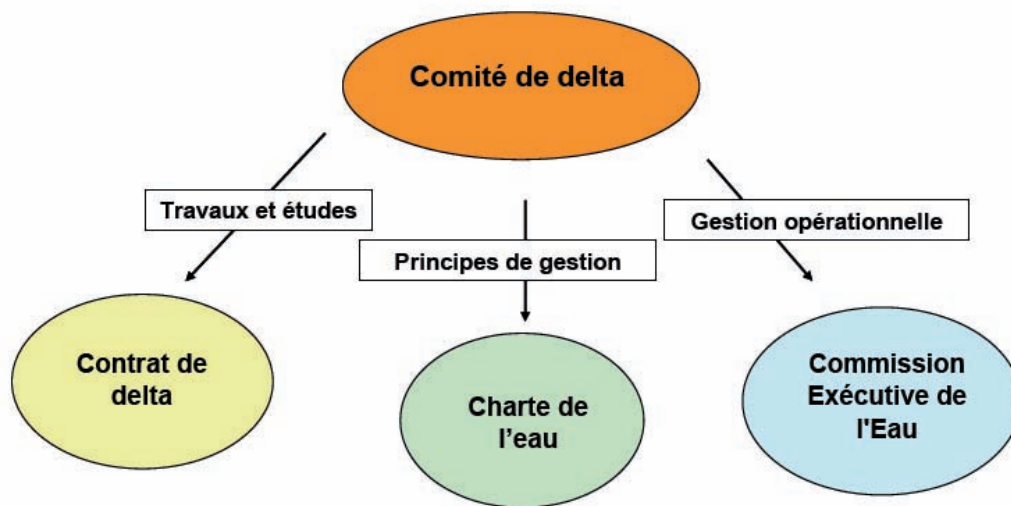
Passé le stade de l'inventaire et de la description, jusqu'aux années 90, la recherche s'est progressivement orientée vers l'étude de la dynamique des populations animales et végétales dans le but d'assurer une meilleure gestion et une protection plus efficace des milieux naturels.

Depuis les années 2000, ce sont des programmes coordonnés de recherche pluridisciplinaire qui sont menés pour décrire et comprendre les interactions entre l'homme et ce territoire. Le champ de recherche s'élargit alors aux sciences humaines pour de programmes comme la gestion hydraulique dans le delta du Rhône, l'évaluation des risques d'émergence de maladies à vecteur ou la faisabilité d'une agriculture biologique à grande échelle.

■ LA CONCERTATION AUTOUR DE LA GESTION DE L'EAU EN CAMARGUE

La complexité du territoire, issue de sa nature deltaïque, de son aménagement et du fragile équilibre entre activités, implique des réponses en termes d'organisation des acteurs, non seulement au quotidien, mais aussi pour faire face à des crises de type crues/étiages, tempêtes ou pollutions. Cette coopération entre acteurs doit être vécue non pas comme une volonté centralisatrice, mais comme une mise en cohérence. Ainsi, il apparaît nécessaire d'amorcer une nouvelle étape dans l'organisation de la gestion de l'eau en Camargue, en tenant compte des avancées constatées depuis les années 2000 et en affirmant le rôle essentiel des acteurs*.

* Charte du Parc naturel régional de Camargue. Article 1 : Améliorer l'organisation de la gestion de l'eau sur l'ensemble du territoire du parc. Rapport vol.1. Partie 1.



> La Commission exécutive de l'eau

La gestion de l'eau au quotidien et pendant les périodes de crise

A la suite des inondations de 1993 et 1994, les étangs de Camargue se sont retrouvés durablement trop hauts et dessalés. Cette situation a conduit les acteurs locaux à s'associer pour coordonner leurs efforts afin de satisfaire des objectifs de niveau et de salinité compatibles avec les diverses activités (agriculture, pêche, protection de la nature) et la sécurité des biens et des personnes.

Un groupe de gestionnaires représentatifs et volontaires s'est alors réuni pour la première fois en janvier 1996, la Commission exécutive de l'eau (CEDE) était née. Elle comprend des représentants des collectivités, des associations syndicales gestionnaires de réseaux hydrauliques, de la Réserve nationale, des socioprofessionnels et des scientifiques.

Outre la gestion courante des étangs, la CEDE a pour mission notamment de proposer des solutions préventives, d'urgence ou de post-crise pour gérer les situations critiques pouvant porter préjudice à la sécurité des biens et des personnes ou aux usages locaux. Les décisions ont toujours été prises après discussion et à l'unanimité. Elles concernent essentiellement la problématique des échanges entre l'intérieur du delta et la mer via l'ouverture ou la fermeture du pertuis de la Fourcade aux Saintes-Maries-de-la-Mer.

Bien qu'informelle, la commission exécutive travaille de façon très satisfaisante. Après 10 ans de bon fonctionnement, ces membres ont décidé de la faire évoluer. Cette évolution concerne notamment la

formalisation des modalités de gestion courante et une réflexion sur l'élargissement de ses domaines d'intervention (qualité de l'eau, suivi piscicole...). L'élaboration en cours de la charte de l'eau (voir encadré) prend en compte les avancées issues des réflexions menées dans le cadre de la CEDE.

La charte de l'eau

La gestion de l'eau en Camargue constitue une priorité pour le Comité de delta Camargue. L'omniprésence de l'eau en Camargue sur ce territoire exceptionnel a multiplié le nombre de ses usages et donc parfois des intérêts contradictoires. Ainsi la gestion de l'eau ne peut pas être cloisonnée par usage puisqu'ils sont tous interdépendants. Pour compléter le dispositif « Contrat de delta » qui est le volet opérationnel d'une politique de l'eau, la charte de l'eau doit constituer l'engagement des usagers à des pratiques respectueuses des équilibres du territoire. La charte de l'eau prend acte de la volonté de chacun de participer selon sa spécificité, ses droits et ses moyens, à la gestion globale de l'hydraulique en Camargue. Elle constitue le volet « usages et gestion » du Contrat de delta.

- La charte est un lieu de débat et de concertation sur la définition des pratiques de gestion de l'eau,
- C'est un outil fédérateur et non réglementaire,
- Elle doit proposer des engagements volontaires concertés et réalistes,
- Elle doit mettre en évidence l'interdépendance des acteurs.

Vers une gestion intégrée du delta du Rhône³⁵

En Camargue, la CEDE a pour mission de gérer les vannes de la digue à la mer. Ces vannes commandent les entrées et sorties d'eau entre mer et Île de Camargue pour réguler l'état hydrosalin des grands étangs. Du fait de la configuration des aménagements hydrauliques et des risques liés à l'élévation du niveau marin, la CEDE est amenée à gérer la dynamique entre les flux en provenance du bassin versant, assainissement agricole et précipitations, et ceux qui transitent par ce pertuis.

Cette tâche nécessite de se situer hors des conflits qui agitent le territoire, aujourd'hui d'origine essentiellement politique, afin de décider, librement, de l'orientation à donner aux échanges avec la mer. Les décisions sont toujours prises à l'unanimité. La CEDE se retrouve ainsi en situation de poser les enjeux de la gestion globale de l'eau, étape majeure vers une gestion intégrée à l'échelle du territoire.

L'évolution naturelle de la CEDE tend à considérer plusieurs objectifs :

- **L'aide à la gestion est un enjeu essentiel pour la CEDE** pour satisfaire les objectifs multiples et parfois contradictoires entre gestion de l'eau, pêche et plan de gestion des espaces naturels. Or la prise de décisions sur les effets des vannages à court et moyen terme décidés en commission se heurte régulièrement au manque d'études spécifiques et de données de référence. De simples enjeux de vannages, on se retrouve confronté à des questions sur la gestion du territoire à une échelle géographique et décisionnelle bien plus large. La connaissance et la provenance des volumes écoulés par le bassin versant du système Vaccarès interrogent non seulement sur les rejets de la riziculture et des canaux d'assainissement qui sont loin d'être maîtrisés, mais sur la gestion

globale de l'eau à l'échelle de l'Île de Camargue et au-delà, du delta.

- **Le rattachement au Contrat de delta est une autre réponse.** Il a été proposé aux membres de la Commission, avec l'objectif est de mieux faire connaître son travail, de valider des besoins dépassant largement son cadre d'activité et renforcer du même coup l'objectif du Contrat de delta d'évolution vers une meilleure gestion globale de l'eau, conforme à la DCE. Il ne s'agit pas de formaliser son existence de façon réglementaire mais de conforter son rôle et son action et collaborer à la démarche de gestion globale portée également par d'autres organismes. La réponse positive des membres de la CEDE s'est accompagnée d'une certaine prudence, correspondant au souhait de rester indépendant, autant que possible à l'écart des conflits.
- **L'échange d'expériences avec d'autres structures de gestion de l'eau** en dehors du cadre de la seule Île de Camargue : le Syndicat mixte de la Camargue gardoise à l'Ouest du Petit Rhône (doté d'un SAGE) et le groupe de travail pour la gestion de l'eau du territoire du Plan du Bourg situé le long de la rive gauche du Grand Rhône. La mise en cohérence des problématiques et la mutualisation des expériences procède ainsi de la nécessité de dépasser les barrières administratives et les conflits politiques pour mieux gérer l'ensemble d'un territoire deltaïque homogène du point de vue de la gestion de l'eau.

La Commission exécutive de l'eau (CEDE) fonctionne comme une association informelle d'acteurs locaux, créant des synergies et prenant des décisions selon des accords discutés, mais unanimes. Après 10 ans de bon fonctionnement, ces membres ont décidé de la faire évoluer notamment vers la formalisation des modalités de gestion courante et vers l'élargissement de ses domaines d'intervention. L'élaboration de la charte de l'eau prend en compte les avancées issues de ces réflexions menant à une gestion intégrée du delta du Rhône.

³⁵ Dervieux A., G. Jolly et A. Allouche. Gestion de l'eau et projet de territoire : vers une gestion intégrée du delta du Rhône. Vertigo – La revue en sciences de l'environnement, Vol 7, n°3, décembre 2006.

> La commission « Gestion de l'eau et des milieux aquatiques » du Parc de Camargue

Cette commission de travail fait partie des commissions thématiques du Syndicat mixte de gestion du Parc. Co-présidée par un élu administrateur du PNRC et un représentant du Conseil de Parc, elle a pour mission de définir ses orientations et préparer ses décisions. Composée de membres du Comité syndical et de membres du Conseil de Parc, elle formule des orientations et des recommandations qui sont présentées au Comité syndical. Suivant les thèmes abordés, les délibérations du Parc naturel régional se fondent sur l'avis de cette commission.

La Commission de gestion de l'eau et des milieux aquatiques du PNRC a porté toutes les réunions techniques et piloté les groupes de travail du Contrat de delta.

> Le Comité de delta Camargue

Afin de piloter l'élaboration du Contrat de delta, le Préfet de Département a constitué en juin 2003 (arrêté du 23 juin 2003) le Comité de delta. C'est un lieu de concertation et sa composition est une représentation équilibrée des différents acteurs du territoire. Il se compose aujourd'hui de 54 structures membres réparties en trois collèges (usagers, collectivités, services et établissements publics de l'Etat).

ANNEXE : LES ARTICLES DE LA CHARTE DU PARC NATUREL RÉGIONAL DE CAMARGUE

Ambition 1 : gérer le complexe deltaïque en intégrant les impacts du changement climatique

Article 1. Améliorer l'organisation de la gestion de l'eau sur l'ensemble du territoire du parc

- Article 1.1. Renforcer et pérenniser les instances et les outils de gestion collective de l'eau sur l'ensemble du territoire du parc
- Article 1.2. Organiser la gestion de l'eau sur le territoire pour répondre aux situations de crise

Article 2. Réintégrer la dynamique deltaïque du Rhône et le risque d'inondation dans l'aménagement et la gestion du territoire

- Article 2.1. Rechercher un fonctionnement deltaïque plus proche du naturel
 - Article 2.1.1. Rechercher une gestion du système hydraulique jusqu'à la mer, cohérente avec les objectifs de protection de la ressource et de la biodiversité
 - Article 2.1.2. Favoriser la diversité des milieux humides par la variabilité des fréquences de submersion et de salinité des eaux
- Article 2.2. Intégrer la dynamique littorale et le risque de submersion marine dans la gestion du territoire
 - Article 2.2.1. Mettre en œuvre un plan stratégique de gestion du trait de côte et du risque de submersion marine
 - Article 2.2.2. Mettre en œuvre des opérations de restauration du cordon sableux littoral
- Article 2.3. Réduire l'impact du risque d'inondation et protéger les zones à fort enjeu socio-économique
 - Article 2.3.1. Mieux prendre en compte les risques dans l'aménagement du territoire
 - Article 2.3.2. Gérer les eaux et les ouvrages hydrauliques pour réduire la vulnérabilité
- Article 2.4. Développer avec les habitants la connaissance du fonctionnement du delta
 - Article 2.4.1. Mettre en place des outils de gestion et de communication : réseaux de suivi et modélisation
 - Article 2.4.2. Informer et sensibiliser sur les risques liés aux inondations et à la submersion marine

Article 3. Améliorer la qualité des eaux et des milieux aquatiques

- Article 3.1. Mettre en place un réseau de surveillance de la qualité des eaux complémentaire aux réseaux de la DCE
- Article 3.2. Réduire la pollution des eaux

Ambition 2 : Orienter les évolutions des activités au bénéfice d'une biodiversité exceptionnelle

Article 4. Maintenir l'intégrité et la fonctionnalité des milieux naturels

- Article 4.1. Conserver les espaces naturels remarquables et leurs interconnexions
 - Article 4.1.1. Protéger et contribuer à la gestion des espaces naturels remarquables
 - Article 4.1.2. Restaurer les milieux naturels et les corridors écologiques dégradés
- Article 4.2. Conserver les habitats et les espèces prioritaires d'intérêt communautaire
 - Article 4.2.1. Protéger, restaurer, recréer, gérer les habitats communautaires prioritaires
 - Article 4.2.2. Gérer les populations d'espèces d'intérêt communautaire
- Article 4.3. Améliorer le contrôle et la gestion des espèces à dynamique envahissante
 - Article 4.3.1. Contenir la progression des espèces invasives ou envahissantes préjudiciables à la diversité biologique
 - Article 4.3.2. Coordonner et encadrer l'application de mesures visant à réduire la nuisance liée aux moustiques

Article 5. Pérenniser les activités contribuant au maintien et à la valorisation du patrimoine biologique du territoire

- Article 5.1. Assurer la conservation de grands ensembles naturels en lien avec l'élevage extensif
- Article 5.2. Renforcer la viabilité économique des exploitations d'élevage extensif
- Article 5.3. Conserver le patrimoine génétique des races locales de Camargue
- Article 5.4. Améliorer les fonctions environnementales et paysagères de l'agriculture irriguée et des activités spécifiques au delta
 - Article 5.4.1. Renforcer la viabilité économique des exploitations pratiquant une agriculture irriguée par submersion
 - Article 5.4.2. Maintenir les fonctions écologiques et paysagères de la coupe du roseau
 - Article 5.4.3. Susciter l'évolution des activités cynégétiques vers une chasse durable
 - Article 5.4.4. Favoriser les pratiques de pêche respectueuses des ressources et des milieux

Article 6. Améliorer les pratiques des activités agricoles et la qualité des productions

- Article 6.1. Promouvoir des pratiques culturelles plus favorables à l'environnement en s'inscrivant dans les recommandations des sites Natura 2000
- Article 6.2. Valoriser les productions et les filières respectueuses de l'environnement par des signes de qualité et des modes de commercialisation en circuit court

Article 7. Engager le territoire et ses acteurs dans un tourisme durable

- Article 7.1. Mettre en œuvre sur le territoire du parc « la charte européenne du tourisme durable dans les espaces (CETD) »
- Article 7.2. Développer une offre d'accueil et de services touristiques à haute performance environnementale et fondée sur l'accessibilité aux personnes déficientes
- Article 7.3. Répartir la fréquentation dans l'espace et dans le temps

Article 8. Réduire les impacts négatifs des activités sur le patrimoine naturel

- Article 8.1. Maîtriser les flux sur les espaces naturels sensibles
- Article 8.2. Augmenter les contrôles pour mieux faire respecter la réglementation sur le territoire

Ambition 3: Renforcer la solidarité territoriale, la cohésion sociale et améliorer le cadre de vie

Article 9. Valoriser les traditions vivantes et la diversité des identités par la création et l'échange

- Article 9.1. Transmettre la culture camarguaise et recueillir la mémoire des métiers en mutation
- Article 9.2. Mettre en réseau les initiatives culturelles
- Article 9.3. Promouvoir la diversité culturelle par l'échange et la création

Article 10. Améliorer la gouvernance locale

- Article 10.1. Renforcer la vitalité des réseaux d'habitants, d'usagers et de professionnels et leur implication dans la mise en œuvre de la charte
 - Article 10.1.1. Rapprocher les réseaux existants de l'action du Parc
 - Article 10.1.2. Faire participer le Conseil de Parc à la mise en œuvre de la charte du Parc et à son évaluation
- Article 10.2. Mieux prendre en compte le regard et les attentes des habitants face aux atteintes sur le patrimoine

Article 11. Renforcer la qualité du paysage et du cadre de vie des habitants

- Article 11.1. Accompagner une urbanisation raisonnée dans un espace à protéger
- Article 11.2. Améliorer l'accès des habitants aux services, aux commerces et aux équipements de base
 - Article 11.2.1. Rapprocher l'offre de logement, de services, de commerces et d'artisanat des besoins des habitants
 - Article 11.2.2. Repenser les déplacements en fonction des spécificités de la Camargue
- Article 11.3. Accompagner la reconversion du site de Salin-de-Giraud par un projet de développement exemplaire
- Article 11.4. Conserver l'identité paysagère du territoire et sauvegarder le patrimoine bâti
 - Article 11.4.1. Préserver une identité camarguaise dans l'évolution des paysages
 - Article 11.4.2. Préserver l'identité du patrimoine bâti

- Article 11.4.3. Assurer une bonne intégration des infrastructures
- Article 11.4.4. Lutter contre les points noirs paysagers

Article 12. Promouvoir une politique territoriale de l'énergie et de la gestion des déchets

- Article 12.1. Améliorer la maîtrise de l'énergie
- Article 12.2. Développer les énergies renouvelables pour un bénéfice local et un usage de proximité
- Article 12.3. Développer l'urbanisme durable et les constructions écologiques sur le territoire du parc
- Article 12.4. Maîtriser la collecte, le traitement et la valorisation des déchets domestiques, agricoles et liés aux activités des entreprises
- Article 12.5. Suivre la qualité de l'air

Ambition 4: Partager la connaissance et ouvrir le delta aux coopérations méditerranéennes

Article 13. Améliorer la connaissance des dynamiques, des écosystèmes et la surveillance de l'évolution du territoire

- Article 13.1. Développer des programmes de recherche concertés
- Article 13.2. Faire de l'Observatoire Camargue, l'outil de référence du delta

Article 14. Renforcer la conscience locale d'une zone humide méditerranéenne unique

- Article 14.1. Partager la connaissance du fonctionnement des écosystèmes camarguais
 - Article 14.1.1. Adapter les outils de sensibilisation et de connaissance en fonction des publics
 - Article 14.1.2. Diversifier et qualifier l'offre d'éducation et de sensibilisation au territoire
- Article 14.2. Faire de l'Observatoire Camargue, un outil de restitution interactif

Article 15. Améliorer l'efficacité et la cohérence des politiques publiques conduites à l'échelle du delta biogéographique du Rhône

- Article 15.1. Développer des synergies avec les structures intercommunales et autres acteurs du delta du Rhône
- Article 15.2. Associer le Parc aux nouveaux projets de planification et d'aménagement intéressant le delta

Article 16. Décliner une stratégie d'échanges et de coopération avec d'autres zones méditerranéennes

- Article 16.1. Intensifier le travail en réseaux
- Article 16.2. Asseoir la reconnaissance internationale

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdallah Y., Crivelli A.J., Lebel I., Mauclert V., Henissart C., Marobin D., 2009. État des lieux de la pêche professionnelle à l'Anguille (*Anguilla anguilla*) en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Association Migrateurs Rhône Méditerranée, Pôle Relais Lagunes Méditerranéennes, Station biologique Tour du Valat. Comité Régional des Pêches et des Elevages Marins PACA, Parc naturel régional de Camargue. 51 p. + annexes.
- Agence de l'eau, Ifremer et ONEMA, 2010. Rhône Méditerranée Corse. Programme de surveillance de l'état des eaux superficielles et souterraines. Résultats 2009. Edition décembre 2010.
- Aufray R. et al. , 2007. Evolution de la Camargue : Hydrologie – Observatoire de la Camargue. Février 2007.
- Caffier, G., 2010. Mise en place d'un réseau de suivi des milieux aquatiques de Camargue. PNR Camargue, Université du littoral Côte d'Opale, Université de Lille 1. Rapport de stage.
- CEMAGREF, 2010. Station d'épuration par lagunage naturel des Saintes Maries de la Mer. Bilan du suivi, printemps – été 2009. Rapport final.
- Chassain R., 2010. Pour un plan de gestion du littoral camarguais. Rapport de mission par R. Chassain Maire des Saintes-Maries-de-la-Mer. Août 2010.
- Chauvelon P., Lasserre G., Coulet E. et al., 2003. Conséquences de la variabilité hydro-saline d'un complexe lagunaire méditerranéen, induite par la gestion hydraulique et les contraintes climatiques, sur ses peuplements piscicoles : le cas du système Vaccarès. Programme LITEAU – Gestion du littoral. Thème 5 : exemple d'écosystème sensible : les nourriceries. Juin 2003.
- Comité de bassin Rhône Méditerranée. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux 2010-2015 du bassin Rhône Méditerranée.
- Comité de bassin Rhône Méditerranée. SDAGE 2010-2015. Programme de Mesures.
- Commission Exécutive de l'Eau de Camargue, 2007. Evolutions et perspectives. Plan d'actions 2007-2012 (septembre 2007).
- Commune d'Arles. Actualisation du schéma directeur d'assainissement de la commune d'Arles. Présentation des services d'assainissement, octobre 2009.
- Commune des Saintes-Maries de la Mer, 2009. Schéma directeur d'assainissement. Mémoire justificatif du zonage de l'assainissement et programme de travaux. CEREG.
- Comoretto, L., 2008. Runoff of pesticides from rice fields in the Ile de Camargue (Rhône river delta, France): Field study and modeling. Laboratoire Chimie et Environnement, Université de Provence. Environmental Pollution, 151 (2008) 486-493.
- Conseil Général des Bouches-du-Rhône, 2008-2009. Etude de l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches du Rhône au regard de l'érosion marine. Etude menée dans le cadre d'un partenariat technique avec le Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée
- Dandelot, S. et al.. PNRC Analyse de l'efficacité d'un traitement par le sel pour lutter contre la prolifération de la Jussie, en Camargue. Laboratoire d'Ecologie des eaux continentales méditerranéennes. Université Aix-Marseille.
- Dervieux A., 2005. La difficile gestion globale de l'eau en Camargue (France) : le Contrat de delta. Décembre 2005, VertigO, Vol. , n°3.
- Dervieux A., G. Jolly et A. Allouche, 2006. Gestion de l'eau et projet de territoire : vers une gestion intégrée du delta du Rhône. VertigO – La revue en sciences de l'environnement, Vol 7, n°3, décembre 2006.
- IFREMER. Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance. Régions : Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse, édition 2010. Direction des opérations / Laboratoire Environnement Ressources. Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse. Avril 2010 – RST/LER/10-04
- Laboratoire Chimie et Environnement, Université de Provence. Pesticides en Camargue: source, transport et devenir. Décembre 2006.

Mairie des Saintes-Maries de la Mer. Etude d'impact sanitaire des rejets en mer de l'assainissement des Saintes-Maries de la Mer. BCEOM, 2006.

Plan Rhône. Cahier n°2 : inondation. 2005. Concilier la prévention des inondations et les pressions du développement urbain et des activités humaines en zone inondable.

Plan Rhône. Cahier n°3 : qualité des eaux, ressource et biodiversité. 2005. Garantir la qualité des eaux et le partage de la ressource sur un fleuve aménagé et de statut international ; préserver la biodiversité remarquable du fleuve et de ses annexes.

Parc naturel régional de Camargue, 2001. Les milieux naturels humides de Camargue : enjeux et perspectives. Synthèse de l'étude SCE.

Parc naturel régional de Camargue, 2004. Etude hydraulique et hydrobiologique des canaux de Camargue. BRLi. Volume 1 : état des lieux et diagnostic.

Parc naturel régional de Camargue, 2004. Pré-inventaire qualitatif et premiers travaux sur la dynamique des poissons du golfe de Beauduc. Y. Hérouin.

Parc naturel régional de Camargue, 2006. Etude diagnostique et perspectives des activités économiques en Camargue. Edater.

Parc naturel régional de Camargue, 2006. Etude préalable à la désignation du site Camargue dans le Réseau Natura 2000. Eléments de connaissance pour aider à la réalisation du document d'objectifs. Octobre 2006.

Parc naturel régional de Camargue, 2006. Suivi de l'occupation des sols en Camargue.

Parc naturel régional de Camargue, 2007. Etude globale sur la telline, état des lieux et proposition de gestion. Biotope et P2AD.

Parc naturel régional de Camargue, 2007. Inventaire de la macrofaune benthique du golfe de Beauduc en vue de l'élaboration d'un protocole de suivi scientifique du littoral marin, du Parc Naturel Régional de Camargue, Université de la Méditerranée, Centre d'Océanologie de Marseille.

Parc naturel régional de Camargue, 2010. Schéma de tourisme durable du Parc naturel régional de Camargue 2010 – 2015. Version actualisée mai 2010.

Parc naturel régional de Camargue, 2010. Une réserve marine pour le golfe de Beauduc.

Parc naturel régional de Camargue, Région PACA, CG 13. Etude d'impact d'un éventuel traitement au B.t.i. sur le territoire du parc de Camargue. Faculté des Sciences et techniques de Saint-Jérôme. UDESAM Laboratoire d'Ecologie des eaux continentales méditerranéennes.

Parc naturel régional de Camargue, 2009. Charte, objectif 2022. Diagnostic territorial.

Parc naturel régional de Camargue, 2009. Charte, objectif 2022. Rapport, Volume 1, 1ère et 2ème parties.

Parc naturel régional de Camargue. Costa C., 2005. Atlas des espèces invasives sur le territoire du Parc Naturel Régional de Camargue.

Parc naturel régional de Camargue, 2006. Etude de définition des enjeux de protection du littoral sableux. EID.

Préfet coordonateur du bassin Rhône-Méditerranée. Pollution PCB. Programme d'actions 2008-2010 du bassin Rhône-Méditerranée. Rapport d'étape (27 avril 2010)

Roche, H. 2009. Organochlorines in the Vaccares Lagoon trophic web (Biosphere Reserve of Camargue, France). Environmental Pollution 157 (2009) 2493–2506.

Samat O., 2007. Efficacité et impact des ouvrages en enrochement sur les plages microtidales. Le cas du Languedoc et du delta du Rhône. Thèse.

SEMIS, 2006. Port des Saintes-Maries de la Mer. Etude diagnostic relative à la situation environnementale de Port Gardian. Agence de l'eau / Conseil Régional PACA, ADEME.

SNPN / Réserve Nationale de Camargue. Plan de gestion 2006-2010.

Contrat de delta Camargue

Animation - coordination :
Parc naturel régional de Camargue



Avec le concours financier de :



Photo couverture: Pauline Daniel/PNRC, J.E. Roché,
Photo sommaire: Opus Species/PNRC

Assistance à maîtrise d'ouvrage:  egiseau

Mise en page : Ch. Mebrek/PNRC