



# La Commission Exécutive De l'Eau : une gestion opérationnelle concertée de l'eau dans le delta du Rhône

Réalisation et crédits photographiques : Pelegrin O., 2007.

Septembre 2007

Jury : LANDON Norbert, Maître de conférence  
HONEGGER Anne, Chargé de recherche

Auteur : PELEGRIN Olivier

Master 2 Connaissance, Gestion et Mise en valeur des espaces aquatiques continentaux

## **Remerciements**

A l'issue de ce travail, je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

J'ai été encadré par un tuteur professionnel, Stéphane Marche, et un tuteur universitaire, Didier Pont, très attentifs. Leurs spécialisations se sont avérées complémentaires et m'ont permis de mener à terme mon étude. Je leur en suis très reconnaissant.

Je tiens à remercier également M. Yves Chérain de la Réserve Nationale de Camargue, M. Alain Dervieux du D.E.S.M.I.D. – C.N.R.S et M. Bernard Pommet de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt pour m'avoir reçu au sein de leur structure et soutenu durant les six mois de mon stage.

Enfin, je souhaite remercier le personnel du Parc Naturel Régional de Camargue pour leur formidable accueil, Françoise Martinez pour son aide précieuse et les différents interlocuteurs de la Commission Exécutive De l'Eau.

## Sommaire

Introduction .....	1
1) Cadre géographique et institutionnel de l'étude .....	3
1.1 La Camargue. ....	3
1.2 Le système Vaccarès. ....	8
1.3 La Commission Exécutive De l'eau. ....	10
2) Méthodologie.....	14
2.1. Etablir une base bibliographique.....	14
2.2. Réaliser un nouvel état des lieux du système Vaccarès .....	15
2.3. Proposition pour une gestion plus opérationnelle du pertuis de la Fourcade... ..	18
3) De nouvelles bases pour le fonctionnement de la CEDE.....	22
3.1. L'évolution vers une gestion plus planifiée et consensuelle.....	22
3.2 L'apport des données scientifiques et techniques. ....	25
3.3 Le lien entre la recherche et la Commission. ....	26
3.4. Conclusion partielle.....	28
4) Un fonctionnement hydraulique complexe du système Vaccarès entre rejets continentaux et échanges littoraux. ....	30
4.1. Les ouvrages hydrauliques clefs de la digue à la mer. ....	30
4.2. Les principaux rejets cartographiés jusqu'alors au Vaccarès.....	35
4.3. De nouveaux rejets cartographiés. ....	43
4.4. Conclusion partielle.....	53
5) Quelles alternatives pour le système Vaccarès ?.....	56
5.1. Quelle gestion pour les étangs méditerranéens voisins ?.....	56
5.2. Une proposition de gestion est-elle envisageable?.....	61
5.3. Conclusion partielle.....	66
Conclusion.....	67
Bibliographie.....	69
Tables des illustrations .....	74

## ***Table des sigles***

A.S.A. : Association Syndicale d'Assainissement

C.C.M. : Camargue Corrège – Major

C.E.D.E. : Commission Exécutive De l'Eau

C.E.R.E.G.E. : Centre de Recherche en sciences de Gestion

C.F.R. : Centre Français du Riz

C.N.R. : Compagnie Nationale du Rhône

C.N.R.S. : Centre National de Recherche Scientifique

D.C.E. : Directive Cadre sur l'Eau

D.D.A.F. : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

D.E.S.M.I.D. : Dynamique Economique et Sociale en Milieu Deltaïque

E.D.F. : Electricité De France

G.I.P.R.E.B. : Groupement d'Intérêt Public pour la Réhabilitation de l'Etang de Berre

G.I.Z.C.A.M. : Gestion Intégrée des Zones humide littorales Méditerranéenne aménagée  
contraintes limites et perspectives pour l'Ile de CAMargue.

I.F.R.E.M.E.R. : Institut Française de Recherche pour l'Exploitation de la MER

I.M.P.L.I.T : Impact des événements extrêmes liés au ChangementClimatique sur les hydro-  
systèmes du littoral méditerranéen français

M.R.M. : Migrateur Rhône Méditerranée

N.G.F. : Nivellement Général de la France

P.C.B. : PolyChloroBiphényles

P.N.R.C. : Parc Naturel Régional de Camargue

P.N.R.Z.H. : Programme National de Recherche sur les Zones Humides

R.M. et C. : Rhône Méditerranée et Corse

R.N.C. : Réserve Nationale de Camargue

S.I.G. : Système Information Géographique

S.M.B.T. : Syndicat Mixte du Bassin de Thau

S.M.G.C.G. : Syndicat Mixte pour protection et la Gestion de la Camargue Gardoise

S.M.G.A.S.A. : Syndicat Mixte de Gestion des Associations Syndicales d'Assainissement

S.N.P.N. : Société Nationale de Protection de la Nature

S.Y.M.A.D.R.E.M. : Syndicat Mixte Interrégional d'Aménagement des digues du Delta du  
Rhône Et de la Mer

V.S.I. : Volume d'Irrigation par unité de Surface

## **Introduction**

Issu d'une volonté humaine, le territoire de la Camargue exprime toutes les fonctionnalités potentielles ainsi que leur richesse dans la cohabitation d'usages et de pratiques. Ne voir ces systèmes que sous un seul angle (un usage, une fonction ou une espèce) apparaît comme l'erreur à éviter. Sur ce territoire, chaque « parcelle » doit être perçue dans un contexte global d'échanges avec les zones adjacentes, continentales et côtières. De multiples liens qui doivent être envisagés à la fois dans une dimension physique, hydraulique et biologique.

Afin de mieux cerner le territoire de la Camargue, il est nécessaire de savoir qu'un delta désigne des dépôts d'alluvions dans une immense cuvette continentale, lorsque la réduction de la pente oblige un cours d'eau à abandonner la plus grande partie de sa charge. Le modelé, la configuration et la taille d'un delta dépendent de la combinaison des agents érosifs fluviaux et marins qui le façonnent. Ainsi, le Delta du Rhône, tout comme le Pô et la Volga, est classé comme un delta « lobé » avec des avancées massives d'alluvions refoulées à la côte.

Sur ce constat, et suite aux inondations de 1993 et 1994, une majorité des acteurs locaux a été forcée de constater que le maintien des niveaux et de la salinité des étangs du système Vaccarès passait par la constitution d'un groupe de discussion et de gestion. En 1996, une première réunion de gestionnaires représentatifs, dont le Parc Naturel Régional de Camargue, et de volontaires donna naissance à une commission informelle : la Commission Exécutive De l'Eau (C.E.D.E.).

Quelles sont les évolutions dans les prises de décisions de la C.E.D.E. et quels sont les moyens de rendre cette commission encore plus opérationnelle?

Ce rapport a pour objet, dans un premier temps, de répondre aux questions des participants en effectuant un rapprochement entre les dix années de fonctionnement de la C.E.D.E. et la synthèse des différents suivis et recherches appliquées sur la gestion hydro-saline et halieutique de l'île de Camargue.

Une gestion adaptée qui se base sur de nombreuses recherches réalisées sur le territoire de l'île de Camargue mais également sur la fonctionnalité des ouvrages hydrauliques existants sur le territoire du Parc Naturel Régional de Camargue. Le fonctionnement hydraulique

complexe des réseaux, d'irrigation et de drainage, qui structurent et gèrent l'apport d'eau douce dans l'île de Camargue, et la gestion des pertuis de la digue à la mer permettant l'évacuation de l'eau douce et l'entrée d'eau salée, sont les enjeux majeurs de la gestion hydro-saline du système Vaccarès. Il est donc primordial, dans un second temps, de réaliser un état des lieux des principaux ouvrages de gestion hydraulique de la digue à la mer et des émissaires du système Vaccarès.

Enfin, la complémentarité des objectifs des deux parties précédentes va être déterminante et primordiale pour proposer une gestion adaptée, en situation « normale », du système Vaccarès.

## 1) Cadre géographique et institutionnel de l'étude

### 1.1 La Camargue.

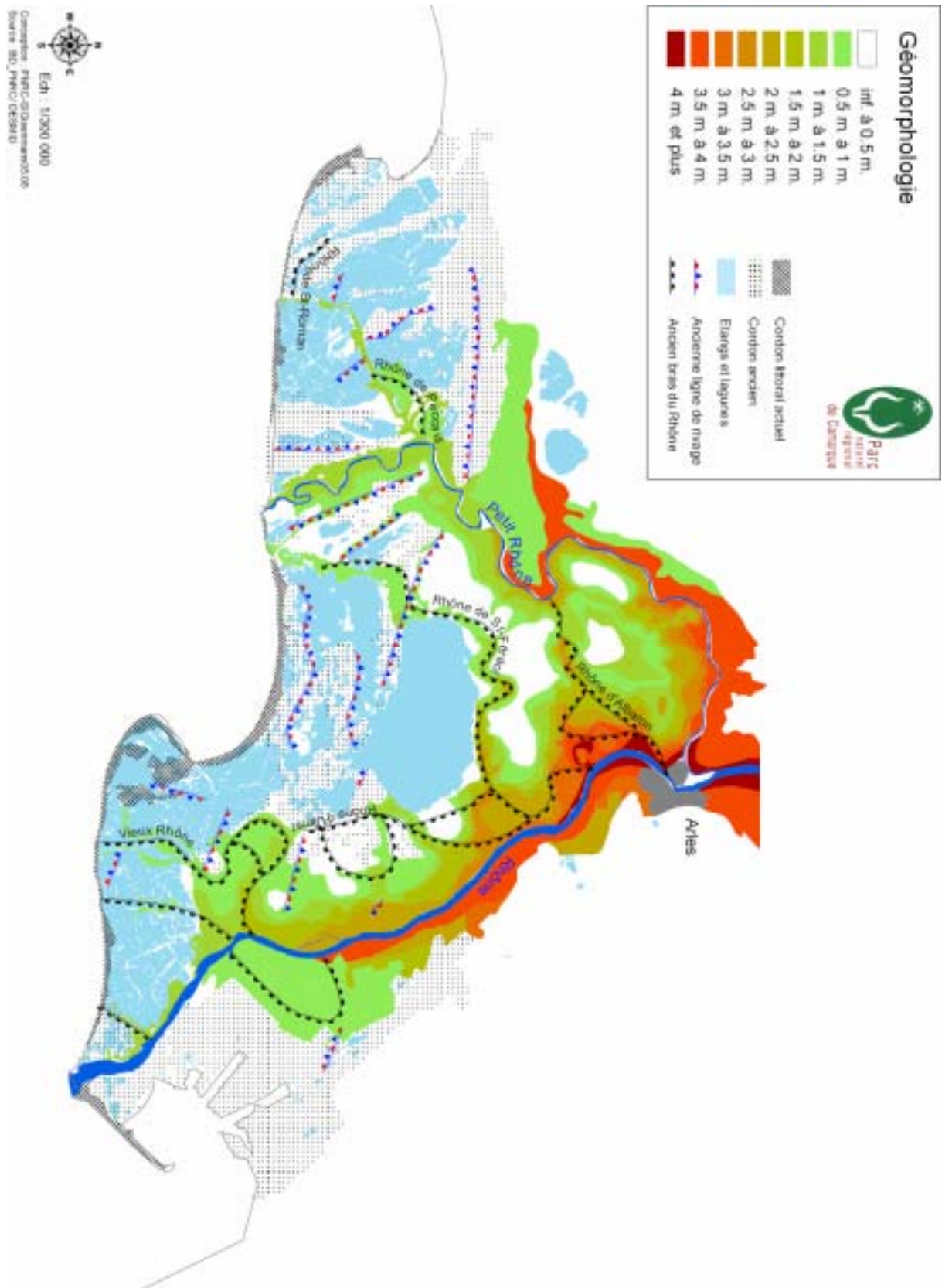
La Camargue, délimitée par l'exutoire du Rhône, est une basse plaine deltaïque alluviale de 1 450 km<sup>2</sup>. C'est une zone géographique triangulaire avec approximativement 80 kilomètres de côté, la ville d'Arles se situant au sommet nord, Port-Saint-Louis-du-Rhône à l'est et le Grau du Roi à l'ouest (Carte 1 p.4).

Si géologiquement le delta constitue la Camargue, il convient cependant de distinguer 3 territoires géographiquement bien délimités. Tout, d'abord, la Grande Camargue, appelée également île de Camargue, est un territoire de 780 km<sup>2</sup> encadré par les deux bras du Rhône (le Petit-Rhône à l'ouest et le Grand-Rhône à l'est). A l'ouest, entre le Petit-Rhône et le canal de Peccais se situe la Petite Camargue Saintoise (83 km<sup>2</sup>), prolongée par la Camargue Gardoise qui s'étend jusqu'au Vidourle (275 km<sup>2</sup>). Enfin, à l'est entre le Grand-Rhône et la plaine de la Crau se trouve le Plan du Bourg (310km<sup>2</sup>).

La morphologie de la Camargue reflète donc le mode de construction du delta, avec les anciens bras du Rhône, dont les parties hautes sont constituées d'une texture sableuse ou limoneuse, alors que dans les dépressions les textures sont plus argileuses. Trois ensembles géomorphologiques se distinguent :

- La Haute-Camargue : s'étend de la fourche du Rhône au nord du Vaccarès, avec des niveaux moyens entre 1 et 5 m NGF et de l'eau douce prédominante.
- La Moyenne-Camargue : débute au Nord du Vaccarès jusqu'à une ligne château d'Avignon-Fièlouse. Jadis drainée par les eaux de plusieurs bras du Rhône, elle est devenue progressivement un milieu naturel stagnant, avec notamment l'étang du Vaccarès (65 Km<sup>2</sup> environ).
- La Basse-Camargue : occupe le reste du delta jusqu'à la mer. Elle se démarque par une morphologie plus complexe et morcelée, avec des étangs inférieurs salés (Impérial, Lion-Dame) et des milieux émergés (les sansouïres) (Carte 1 p.4).

En 1856, suite à d'importantes crues, l'endiguement du Rhône fut effectué jusqu'à la mer. Les travaux se terminèrent en 1869. Les digues ont pour objectif principal de protéger le delta des inondations et des crues du Rhône. L'inconvénient majeur reste cependant la carence de l'apport de limons très fertiles et d'eau douce utile autrefois pour combler le déficit hydrique durant certaines périodes de l'année.





Afin de remédier au problème de l'insuffisance des apports en eau douce pour les activités agricoles du delta, vers 1875-1880, les réseaux de canaux de drainage et d'irrigation furent perfectionnés, avec une gestion plus « adéquate » grâce à la création des Associations Syndicales de gestion (A.S.A.). Suite à la construction des digues des deux bras du Rhône et de celle à la mer, et au développement des réseaux de canaux sur la majorité de la Camargue, le delta est depuis coupé des territoires maritimes et fluvial.

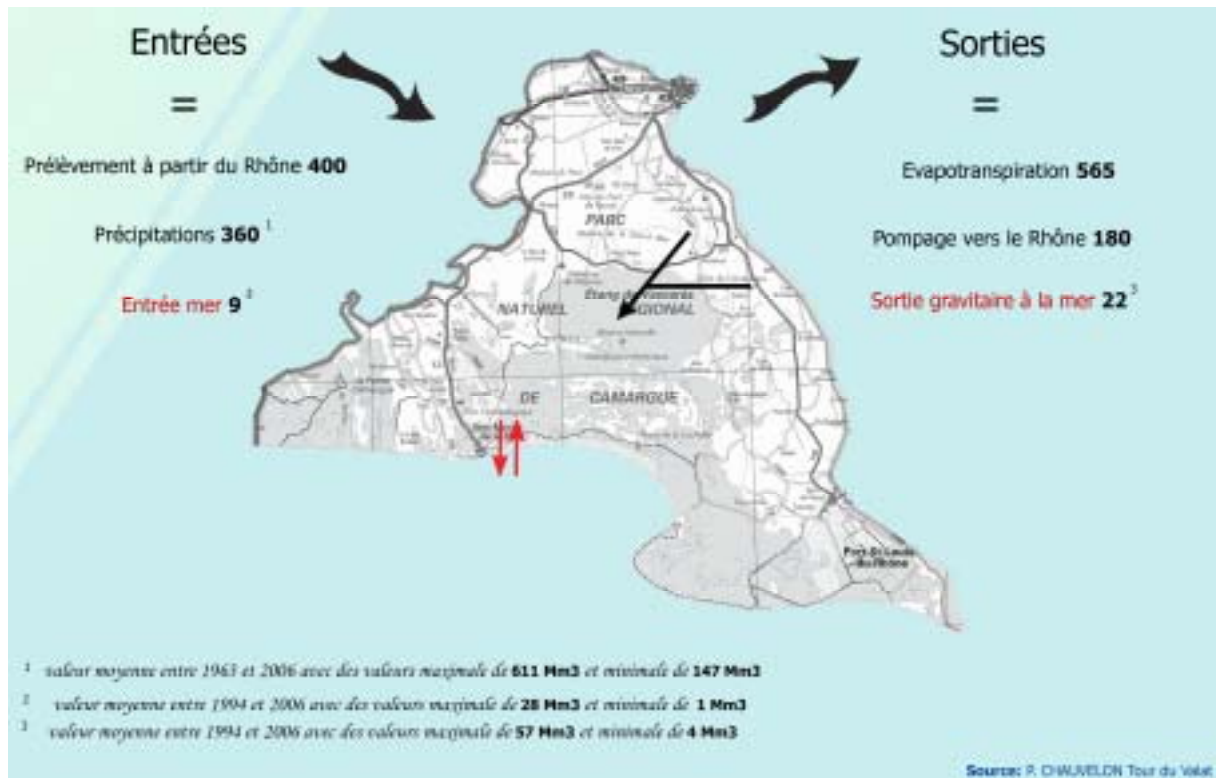
Au début du XX<sup>ème</sup>, les salins se développent très rapidement pour satisfaire aux besoins de l'industrie chimique en plein essor. Pour cela, on introduit de l'eau de mer par pompage de mars à septembre dans le sud-est de la Camargue (10 000 ha actuellement). Les premiers conflits d'usages qui apparaissent entre le monde viticole de l'irrigation en eau douce du nord et les salins au sud, nécessitant de l'eau de mer, vont influencer la création de la Réserve zoologique et Botanique de Camargue par la Société Nationale de Protection de la Nature (S.N.P.N.).

A partir de 1945, la riziculture naissante prend le relais de la viticulture. Les volumes pompés au Rhône sont extrêmement importants grâce à des stations modernisées et multipliées. Les eaux s'écoulent gravitairement ensuite en direction du Vaccarès après utilisation. Suite aux problèmes de débordement du Vaccarès du aux apports trop importants en eau, un système de canaux et de pompe est mis en place pour en rejeter une grande partie dans le Rhône. Cependant, on estime à 50 millions de m<sup>3</sup> d'eau le volume se déversant dans le Vaccarès. Ainsi, les apports d'eau douce du Rhône ne se font plus que par pompage, alors que les arrivées d'eau de mer s'effectuent, depuis la moitié des années 1990, par le pertuis de la Fourcade lorsque les niveaux de la mer sont supérieurs aux niveaux des étangs. En effet, auparavant, le pertuis avait un usage qui se limitait principalement à l'évacuation de l'eau en direction de la mer.

Les conséquences de ces aménagements sont multiples et visibles depuis plusieurs décennies déjà. Les milieux humides du delta du Rhône sont aujourd'hui en déséquilibre en partie par la carence en apports sédimentaires depuis l'amont (27 millions de t/an en 1850 contre 6 millions de t/an en 1990). De plus, la montée accélérée du niveau marin (2 mm/an depuis 1 siècle, avec une accélération de l'augmentation encore plus rapide depuis quelques années) provoque un recul du trait de côte (5 à 10 m par endroit), un rééquilibrage de la pente des nappes et donc un déséquilibre physico-chimique des lagunes et des sols de l'île de Camargue (O. Radakovitch, en cours). Un phénomène physique, ajouté à une évolution incessante des réseaux hydrauliques, une poldérisation d'après-guerre non aboutie et les

nombreux conflits d'usages sur la gestion du Vaccarès, rendant la gestion hydraulique de l'île de Camargue extrêmement complexe (Schéma 1 p.6, Carte 2 p.7 et carte 3 p.9).

Schéma 1 : Estimation des entrées et sorties d'eau pour l'île de Camargue (hors salins)  
en Million de m<sup>3</sup>





## 1.2 Le système Vaccarès.

Le système Vaccarès est le territoire d'étude de la Commission, dont le fonctionnement va être analysé. Au sein du territoire du Parc Naturel Régional de Camargue (P.N.R.C.) et de la Réserve Nationale de Camargue (R.N.C.), le système du Vaccarès s'étend sur une superficie de 110 km<sup>2</sup> à la cote 0 m NGF. Le volume stocké par ce système est équivalent à 108 millions de m<sup>3</sup> à la cote 0 m NGF, contre 163 millions de m<sup>3</sup> à la cote 0,5 m NGF.

Ce système est composé par trois étangs. Le Vaccarès, d'une superficie de 65 km<sup>2</sup> au nord, est le plus important en taille et en volume. Les Etangs inférieurs, de 45 km<sup>2</sup> cumulés, qui assurent une relation avec la mer par l'intermédiaire de l'étang de l'Impérial au sud-ouest, directement par le Grau de la Fourcade et indirectement par le pertuis du Rousty. Alors que le système d'étangs Lion-Dame au sud-est est indirectement relié à la mer par le pertuis de la Comtesse et de la Gacholle. Le Vaccarès communique avec les Etangs inférieurs par l'intermédiaire de 3 chenaux naturels appelés « passes ». La communication entre les Etangs inférieurs est beaucoup plus complexe. Elle s'effectue essentiellement par des petits chenaux ou par la submersion des terres émergées salées appelées localement les « sansouïres » (Carte 3 p.9).

Le fonctionnement hydro-salin du système est dépendant de l'évacuation de l'eau saumâtre à salée des étangs, effectuée par le grau de la Fourcade (Carte 3 p.9). Ce canal est aménagé par un pertuis afin de contrôler les entrées d'eau de mer et les sorties d'eau des étangs. Le bilan hydro-salin résulte du rapport entre les entrées d'eau douce s'effectuant en majorité par des roubines drainant des terrains agricoles et anthropisés du bassin versant, et les entrées d'eau de mer du grau et des remontées des coins salées (dont on ne connaît pas vraiment le fonctionnement). Ce phénomène est difficilement compréhensible à cause de l'extrême complexité de la structure géologique du sol et donc de l'écoulement des eaux souterraines :

- Les nappes profondes sursalées ne résultent pas d'un mélange actuel d'eau de mer et d'eau du Rhône mais à des nappes anciennes d'origine lagunaire ;
- Les eaux des nappes superficielles s'écoulent de plus en plus difficilement depuis les zones hautes vers les bassins fermés, localisés sous les marais. Ce sont des bassins d'évaporation indépendant qui entraînent une chimie spécifique des eaux ;
- Enfin, les eaux de surface sont jeunes et en provenance du Rhône pour partie (dans la zone nord du Vaccarès notamment), alors que les eaux de la nappe souterraine sont

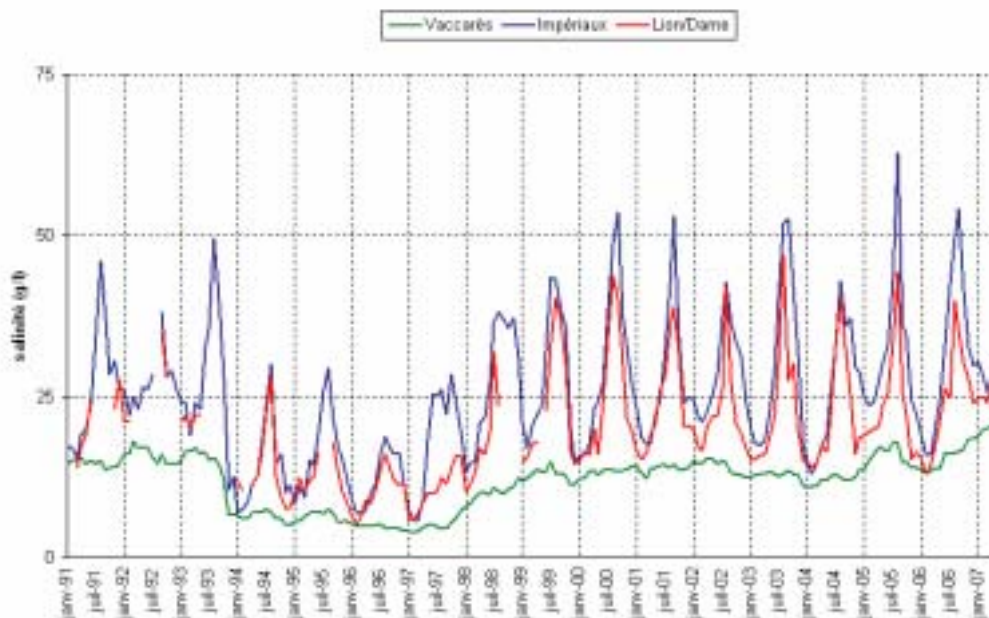




anciennes et isolées de la surface. De plus, l'hétérogénéité latérale des formations de surface peut favoriser par endroits des écoulements verticaux.

Il semblerait donc que l'eau plus salée des nappes soit en relation directe avec l'étang du Vaccarès. Malgré tout, il est possible d'affirmer que les variations de salinité en surface sont plus ou moins importantes à l'intérieur et entre les étangs du système Vaccarès. Les plus fortes sont constatées dans l'étang de l'Impérial (pic haut en été supérieur à 50 et pic bas en hiver de 14-16) et dans le système Lion-Dame (pic haut en été de 36-38 et pic bas en hiver de 12-17). Alors que dans le Vaccarès, elle tend à se stabiliser vers 12-14 toute l'année (Graphique 1 p.9).

Graphique 1 : Variation de la salinité sur les étangs du système Vaccarès de 1991 à 2007

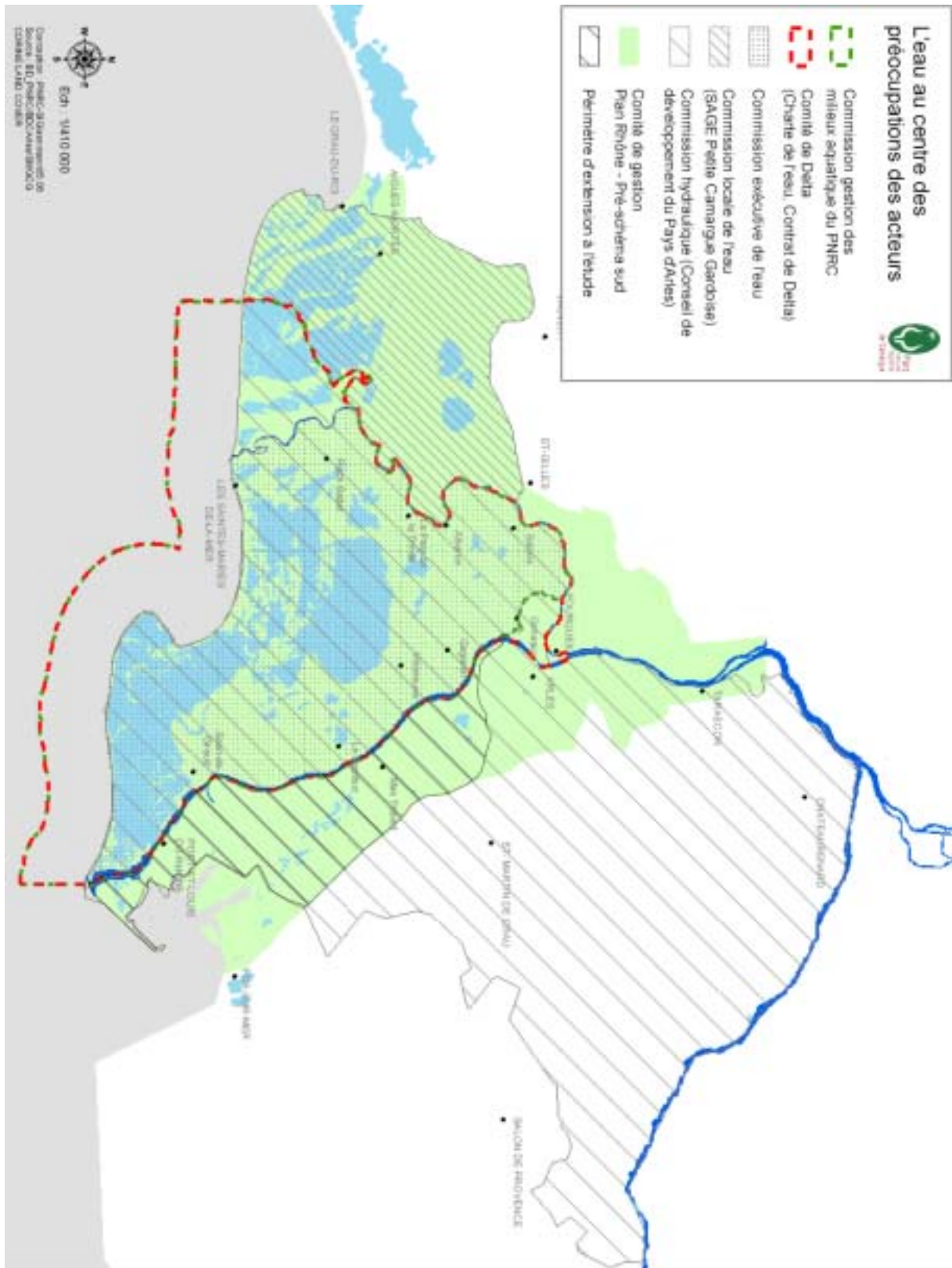


Source : [www.reserve-camarque.org](http://www.reserve-camarque.org)

Une gestion hydro-saline et une pression des socioprofessionnels locaux, constante et complexe, car combinée aux aléas naturels du climat méditerranéen ont abouti à la formation d'un groupe de consultation et de gestion nommé la Commission Exécutive De l'Eau.

### 1.3 La Commission Exécutive De l'eau.

A la suite des inondations de 1993-1994 et des fortes précipitations de l'hiver 1996-1997, les étangs du système Vaccarès (Vaccarès, Impérial et Lion-Dame) se sont retrouvés durablement trop élevés et adoucis. Cette situation exceptionnelle a fait naître, chez les acteurs économiques et environnementaux locaux, la volonté de créer un lieu de concertation sur la gestion de l'eau dans l'île de Camargue.



C'est ainsi que la Commission Exécutive De l'Eau est née en janvier 1996, à l'initiative du Parc Naturel régional de Camargue par l'intermédiaire de Régis Vianet (Chargé de mission scientifique au P.N.R.C.). (Carte 4 p. 11)

Ses objectifs premiers étaient de réunir les acteurs locaux afin de trouver des solutions de gestion consensuelles et compatibles aux volontés naturalistes, économiques et de sécurité des biens et des personnes. A la suite de la première réunion, le 04 janvier 1996, la C.E.D.E. est constitué de structures de gestion étatiques ou privées, de collectivités et d'acteurs socioprofessionnels locaux volontaires. Au départ, 6 structures ou collectivités étaient présentes :

- Le Parc Naturel Régional de Camargue (P.N.R.C.) ;
- La Société Naturelle de Protection de la Nature – Réserve Nationale de Camargue (S.N.P.N. - R.N.C.);
- La Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (D.D.A.F.);
- La commune d'Arles ;
- La commune de Saintes-Maries-de-la-Mer ;
- La sous-préfecture d'Arles.

Actuellement, d'autres acteurs socioprofessionnels, structures et collectivités sont venus se rajouter au groupe initial :

- La Station Biologique de la Tour du Valat ;
- Le Syndicat Mixte des A.S.A ;
- Le D.E.S.M.I.D. - C.N.R.S. ;
- Le Centre Français du Riz (C.FR) (peu présent) ;
- Migrateur-Rhône-Méditerranée (M.R.M.) ;
- Le Syndicat Mixte Interrégional d'Aménagement des Dignes du Delta du Rhône et de la Mer (S.Y.M.A.D.R.E.M.) ;
- Les Associations de pêcheurs et riverains du Vaccarès ;
- Les pêcheurs professionnels ;
- La Syndicat Mixte pour la Protection et la Gestion de la Camargue Gardoise ;
- Le Conseil Général 13 (peu présent) ;
- Les salins du Midi.

Jusqu'à aujourd'hui, la Charte du P.N.R.C. et le Comité de Delta (Contrat de Delta) intègrent l'existence et le fonctionnement de cette Commission. L'article de la Charte du



P.N.R.C. est rédigé ainsi : « *Cette commission composée d'un représentant de chaque partenaire concerné (communes, syndicats mixtes, propriétaires, administration, socioprofessionnel, Réserve Nationale et Départementale, avec un représentant des ASA, un représentant de la Fondation du Parc désigné par son Conseil d'administration) sera chargée de mettre en œuvre le suivi de la gestion hydraulique globale de la Camargue et de proposer des solutions d'urgence en cas de crise, en s'appuyant le cas échéant sur les conseils formulés par le groupe Hydro-Camargue. La coordination sera assurée par le Parc, et les décisions prises seront mises en œuvres par l'organisme chargé de la Police de l'eau en Camargue* ».

La Commission, dont le statut informel est un facteur de son bon fonctionnement, a pour vocation d'être une structure opérationnelle de gestion avec pour mission initiale : la gestion hydraulique concertée du système Vaccarès. Cette mission s'effectue grâce à des préconisations de gestion des niveaux hydrosalins, notamment par la manœuvre des vannes des pertuis entre la mer et les étangs (Fourcade surtout, Rousty et Comtesse secondairement). Sa principale fonction, qui n'est pas à négliger, est 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 usagers locaux. Le groupe Hydro-Camargue avait envisagé de travailler en 1996 sur ces objectifs, avec des recherches selon une approche diachronique (1945-1995) donnant différents scénarios (Suppression des rejets de drainage dans le Vaccarès par poldérisation des bassins versants ; maximisation des échanges biologiques avec la mer pour favoriser le retour vers un statut de lagune ouverte, ...).

Le caractère informel de la C.E.D.E. reste le point essentiel de son fonctionnement actuel et de sa pérennité, car il permet aux différents acteurs socioprofessionnels de l'île de Camargue présents de s'exprimer librement sur des problématiques de la gestion du système Vaccarès. Mais, ce statut est également sa principale limite en terme de pouvoir de sensibilisation et d'action.

## **2) Méthodologie.**

### **2.1. Etablir une base bibliographique.**

Le tout premier acte a été de réaliser un état des connaissances disponible pour la Commission depuis plus de dix ans. La construction de cette synthèse s'est faite par la lecture des comptes rendus depuis le 04 janvier 1996. De ces rapports ont été extraits, chronologiquement, les principales demandes et préconisations de gestion des acteurs locaux et gestionnaires représentés au sein de la C.E.D.E.. Le classement chronologique de ces propositions et de ces préconisations de gestion par thèmes principaux, va permettre de comprendre l'évolution des mentalités, des attentes et des méthodes de gestion sur le système Vaccarès. Elle est représentée par l'annexe 1 : « Synthèse des compte rendus de la Commission Exécutive De l'Eau (C.E.D.E.) de 1996 à 2006 ».

Suite à cette première phase et afin de répondre aux principales préoccupations récurrentes, des acteurs locaux et des gestionnaires au sujet du système Vaccarès, il semble primordial de réaliser un livret synthétique sur les principaux suivis, en lien avec la Commission, et deux livrets bibliographiques qui résument les principaux travaux de recherches sur les thèmes récurrents de l'hydraulique, l'hydrologie et l'halieutique (les deux premiers thèmes étant réunis au sein d'un unique livret). Le livret des suivis donne pour chaque thème : les années, les méthodes, les résultats, et la/les structure(s) l'ayant réalisée(s). Les deux livrets bibliographiques ont été construits sous la forme de fiches de synthèse assemblées, avec une fiche par ouvrage donnant le descriptif, les bases, les résultats, les limites et les perspectives de l'étude. Le contexte hydro-climatique camarguais étant en constante et rapide évolution, il a été décidé, en accord avec les gestionnaires et les chercheurs, de ne pas prendre en compte les recherches précédents les années 1990. Un certains nombres de recherches appliquées ont été réalisées durant la période antérieure aux années 1990. Seulement, elles n'étaient, pour la plupart, pas applicables et opérationnelle pour mon travail de synthèse et pour la Commission. Ces trois annexes sont représentées par l'annexe 2 : « Recensement des données brutes globales pour le système Vaccarès », l'annexe 3 : « Principales modélisations et recherches appliquées sur l'hydrosystème de Camargue » et l'annexe 4 : « Recherches appliquées sur la gestion halieutique de l'hydrosystème de Camargue ».

Ce bilan des connaissances, à la fois au sein du fonctionnement de la CEDE et sur la zone d'étude permet de mieux cerner les avancées, les manques et la teneur des relations entre la Commission, les acteurs locaux et le monde de la recherche.

## **2.2. Réaliser un nouvel état des lieux du système Vaccarès**

Pour mieux appréhender le travail de terrain et de repérage, déjà effectué par les différentes associations et structures environnementales, sur la Grande Camargue, il est préférable de réaliser un travail de collecte « bibliographique » pour constituer une base de données cartographiques récente et la plus complète possible. Elle donne l'année, la source, l'échelle et les précisions sur les travaux réalisés (Annexe 5). Une fois les bases théoriques abordées, il est alors envisagé de réaliser un nouvel état des lieux des ouvrages de la digue à la mer des zones de rejets d'eau douce au système Vaccarès (notamment Vaccarès et Impérial).

Cet inventaire des émissaires a été effectué lors de trois sorties de terrain collectives : le 7 mai, le 31 mai et le 22 juin 2007. Une prélocalisation des émissaires potentiels s'est effectuée au préalable à partir de photographies aériennes. La réalisation du recensement des émissaires lors des sorties terrain a été la plus précise possible grâce à la présence de Yves Chérain (Chargé de mission en hydrologie à la R.N.C.), Alain Dervieux (Ecologue au D.E.S.M.I.D. - C.N.R.S.) et Stéphane Marche (Chargé de mission Eau au P.N.R.C.). Lors de chacune de ces sorties, pour chacun des émissaires, les photos ont été prises par Alain Dervieux (D.E.S.M.I.D. - C.N.R.S.). Les données ont été ensuite entrées dans une base de données Excel nommée « Inventaire des émissaires vers le Vaccarès » (Annexe 6).

Dans le même temps, j'ai effectué deux sorties terrain supplémentaires, le 27 mai et le 15 juin, pour photographier et analyser le fonctionnement et la fonctionnalité des principaux ouvrages de gestion des échanges mer-étangs : les pertuis (Fourcade, Rousty, Gacholle et Comtesse).

Une fois la collecte des données achevée, la cartographie détaillée a pu être réalisée avec un logiciel de Cartographie Assistée par Ordinateur (MapInfo), dont les « tables » de base sont une carte Orthophoto du territoire du Parc Naturel Régional de Camargue, combinée à un Scan25 et un Scan100, toutes les trois géoréférencés. Une fois les cartes ouvertes, un « document émissaires » a du être créé, avec les données attributaires de l'annexe 6 :

- Toponymie : nom de l'émissaire ;
- Position géographique : la longitude (x) et la latitude (y) ;
- Usage : drainage, irrigation, drainage/irrigation, deux sens d'écoulement (pertuis) ;





- Caractéristique : profondeur, largeur, buse, nombres de martelières ;
- Ecoulement (ponctuel et estimé) : manque d'information, nul, faible, moyen, fort ;
- Commentaire : tout élément important à la compréhension et remarqué sur le terrain ;
- Photo : lien vers les dossiers photos de O. Pelelgrin et/ou A. Dervieux.

Chaque émissaire a été ensuite cartographié sur une carte générale de localisation (Annexe 7 : « Cartographie générale des émissaires du système Vaccarès »).






Une fois la « table » et le « document » complétés, il a fallu réaliser des « zooms » par secteurs, pour avoir une vision plus détaillée de la localisation et du potentiel des différents émissaires. Pour réaliser une sectorisation plus efficace, il a été décidé de réaliser une parcellisation des pourtours du système Vaccarès avec 17 « cartons » d'une surface de 8 km<sup>2</sup>. Pour cela, un « document maillages » a été créé, chaque secteur étant nommé selon des toponymes caractéristiques de la localisation, avec les informations supplémentaires sur les émissaires. Chaque émissaire qui est représenté de manière générale sur la première carte s'est vu caractériser par la suite, sur les secteurs, selon deux catégories :

- Les émissaires de la digue à la Mer : les pertuis ;
- Les émissaires du bassin versant : les roubines, les shunts...


Pour les deux catégories, une distinction entre chaque émissaire a été souhaitée en fonction de leur potentiel d'écoulement défini grâce aux caractéristiques physiques. Ainsi, pour les pertuis, on constate quatre catégories :

-  : fort potentiel d'écoulement ;
-  : potentiel d'écoulement moyen ;
-  : faible potentiel d'écoulement ;
-  : colmaté

Alors que pour les émissaires du bassin versant, 5 catégories ont été créées :

-  : fort potentiel d'écoulement ;
-  : potentiel d'écoulement moyen ;
-  : faible potentiel d'écoulement ;
-  : colmaté ;
-  : manque d'information.

Avec une dernière catégorie qui représente :

-  : zone d'échange potentielle (rupture de berge,...)

La deuxième étape de l'état des lieux consiste à compléter la cartographie par des « fiches ouvrages » sur les émissaires. Les fiches sont réalisées grâce aux photos et aux données recueillies sur le terrain, avec pour certaines des compléments de recherche (Rapports, recherche Internet...). Elles reprennent la localisation, le fonctionnement courant, l'état général et les préconisations éventuelles. Pour les fiches dont la compréhension est plus difficile ou qui nécessitent un support visuel complémentaire, des schémas créés avec un Logiciel de Dessin Assistée par Ordinateur (Adobe Illustrator), ont également été créés. Il est nécessaire de préciser qu'une fiche supplémentaire a été réalisée pour la station par lagunage des Saintes-Maries-de-la-Mer, avec des compléments d'informations recueillis auprès de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse. (Annexe 9 « Station par lagunage des Saintes-Maries-de-la-Mer »). Faisant partie des rejets au système Vaccarès, il semble important de la cartographier et d'expliquer son fonctionnement.

Les données sont donc aussi bien visibles sur un support informatique que sur un support papier (Annexes 8 : « Cartographie régionale des émissaires du système Vaccarès »).

### **2.3. Proposition pour une gestion plus opérationnelle du pertuis de la Fourcade.**

Grâce aux liens effectués entre l'opérationnalité de la Commission et la recherche, le recensement des rejets et des ouvrages sur le système Vaccarès, il semblait intéressant de réaliser et de proposer une gestion opérationnelle du pertuis de la Fourcade et des niveaux hydro-salins.

Toutefois, avant d'avoir la volonté de proposer cette perspective de gestion, il est intéressant de comparer le fonctionnement de ce système lagunaire, avec d'autres lagunes de Méditerranéennes de Provence-Alpes-Côte d'Azur et de Languedoc-Roussillon. Ainsi, des contacts ont été pris avec différents organismes de gestion, dont :

- Etang de Berre : Groupement d'Intérêt Public pour la Réhabilitation de l'Etang de Berre (G.I.P.R.E.B.) ;
- Etang de Thau : Syndicat Mixte du Bassin de Thau (S.M.B.T.);
- Etang de Bages-Sigean : Parc Naturel Régional de la Narbonnaise;
- Etang de Salses-Leucate : Mairie de la Commune de Leucate et Gaea environnement.

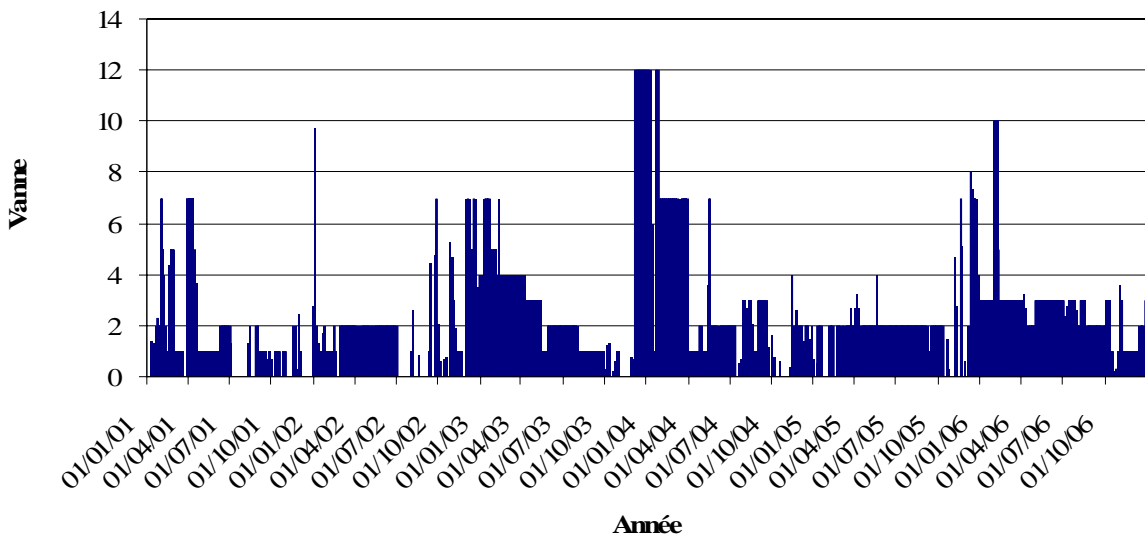
Ces quatre lagunes ont été choisies selon plusieurs critères, similaires ou équivalents à ceux du Vaccarès : une superficie supérieure à 1500 hectares, une profondeur moyenne au moins équivalente au Vaccarès, une relation constante avec la mer, la présence d'activité de pêche et la présence d'activités humaines sur le pourtour. La plupart des autres lagunes Méditerranéenne françaises n'étaient pas assez grandes pour satisfaire au besoin de la comparaison (au minimum 1000 à 1500 hectares) ou n'avaient pas une relation directe avec la mer depuis leur bassin (Etang de l'Or par exemple).

L'analyse comparative avec d'autres étangs de Méditerranée française peut être ensuite couplé à la réalisation d'une proposition de gestion des vannes de la Fourcade. Les deux cas sont ensuite comparés pour constater la meilleure méthode de gestion pour l'avenir du système Vaccarès et des activités locales. Pour effectuer cette proposition de gestion, de nombreuses données m'ont été fournies par la RNC, la Tour du Valat et le PNRC.

Les années 2001-2006 sont choisies comme années de référence pour les ouvertures de vannes. Cette période est préférable du fait de la désalinitation des étangs en 1993-1994 et 1996-1997, puis de la volonté de resalinitation de 1998 au début des années 2000. Les manoeuvres des ouvertures de vannes, avant 2001, sont volontairement retirées de cette étude car elles ne correspondent pas à la gestion actuelle des niveaux hydro-salins. Il n'est

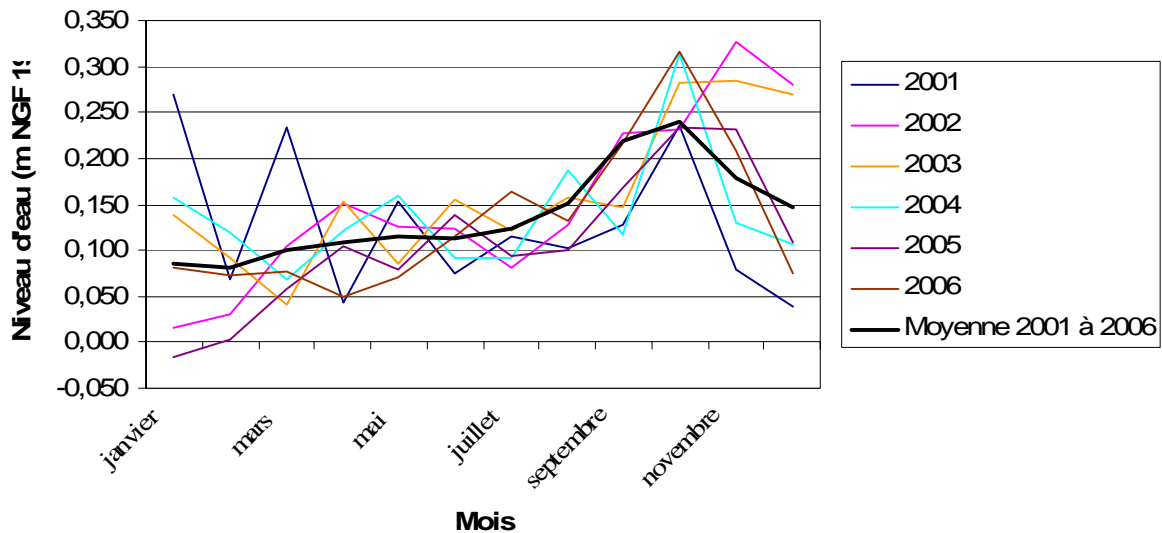
également pas tenu compte des données d'ouverture avant 1993 à cause de nombreuses périodes incertaines ou manquantes. On m'a ainsi fournie les données du nombre moyen journaliers d'ouvertures de vannes pour la période 1998 à 2006 (Annexe 10). J'ai ensuite supprimé les années antérieure à 2001 et transformé en diagramme les ouvertures de vannes pour la période 2001 et 2006 (Graphique 2 p.19).

Graphique 2 : Moyenne des ouvertures de vannes journalières pour le pertuis de la Fourcade entre 2001 et 2006.



Pour les niveaux d'eau des étangs et de la mer, les données proviennent des stations situées au pertuis de la Fourcade qui relèvent les données toutes les 15 minutes, au nord, et toutes les 5 minutes, au sud (Annexe 11). Les moyennes mensuelles de 2001 à 2006 sont ensuite calculées pour obtenir des courbes de niveaux comparables (Graphique 3 p.19).

Graphique 3 : Niveaux moyens mensuels de la mer à la Fourcade entre 2001 et 2006.



Afin de déterminer le débit transitant par les vannes à la Fourcade en fonction des niveaux d'eau des étangs et de la mer, je choisis de reprendre les résultats de l'étude Liteau 1 (Rosocchi et al., 2003) qui donne le débit d'une vanne par rapport au différentiel amont-aval avec un niveau de base des étangs situé à 0 m NGF (Tableau 1 et 2 p. 20).

Tableau 1 et 2 : Débit d'une vanne en fonction du niveau de la mer et des étangs à la Fourcade.

Niveau des étangs (m NGF)	Niveau de la mer (m NGF)						
	- 0,3	- 0,25	- 0,2	- 0,15	- 0,1	- 0,05	0
0,1	0,7	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45
0,2	0,9	0,9	0,85	0,8	0,8	0,7	0,7
0,3	1,15	1,1	1,1	1,05	1	0,95	0,8
0,4				1,3	1,25	1,2	1,15
0,5				1,55	1,5	1,45	1,4
0,6						1,7	1,65
0,7						2	1,95

Niveau des étangs (m NGF)	Niveau de la mer (m NGF)							
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
0,1								
0,2	0,6	0,5						
0,3	0,85	0,8	0,7	0,6				
0,4	1,1	1,05	1	0,9	0,8	0,7		
0,5	1,35	1,3	1,25	1,2	1,1	1		
0,6	1,6	1,55	1,5	1,45	1,4	1,3	1,25	1,15
0,7	1,9	1,85	1,8	1,75	1,65	1,6	1,55	1,45

Pour la salinité, je reprend exactement la même période que pour les ouvertures de vannes (2001-2006), avec une estimation des salinités moyennes mensuelles pour les trois étangs (Vaccarès, Impérial, Lion-Dame), grâce à la synthèse des comptes rendus des suivis scientifiques effectués par la Réserve Nationale de Camargue ([http://www.reserve-camargue.org/html/la\\_reserve/RC7\\_rc\\_scient.php](http://www.reserve-camargue.org/html/la_reserve/RC7_rc_scient.php)). Seulement, afin d'être le plus proche possible de la réalité, une plage de variation moyenne est préférable.

Lorsqu'il s'agit des données climatiques, le choix est un peu plus délicat à réaliser. Pour effectuer le bilan hydrique, j'utilise une moyenne des moyennes mensuelles des précipitations de 1970 à 2005 (Annexe 12); alors que pour l'évaporation je préfère faire une moyenne des moyennes mensuelles de 2001 à 2005 (Annexe 13). Le suivi de l'évaporation est certes court, mais les résultats de l'évapotranspiration récente rendent les résultats de l'évaporation calculée par le calcul de Piche, avant 2001, caduc; il est donc préférable d'avoir une période de suivi



plus courte mais plus fiable. Je peux réaliser une estimation du bilan hydrique me permettant ensuite d'estimer la baisse ou l'augmentation mensuelle des niveaux des étangs en mètre, en faisant un rapport entre la surface du système Vaccarès et le volume en m<sup>3</sup> du bilan hydrique (Tableau 3 p. 21).

Tableau 3 : Estimation du bilan hydrique et des variations de niveaux induites sur les étangs.

	Précipitation (mm)	Evaporation (mm)	Total	Augmentation du niveau des étangs (cm)	Diminution du niveau des étangs
janvier	63	32,5	30,5	3,355	
février	50	41,5	8,5	0,935	
mars	44	58	-14		-1,54
avril	51	94	-43		-4,73
mai	45	95	-50		-5,5
juin	27	129	-102		-11,22
juillet	25	146	-121		-13,31
août	28	135	-107		-11,77
septembre	70	106	-36		-3,96
octobre	101	49	52	5,72	
novembre	61	41	20	2,2	
décembre	56	35,5	20,5	2,255	

Enfin, pour les rejets du bassin versant, j'ai repris les données du programme de recherche scientifique Liteau 1 qui donnent une estimation en situation « normale » des rejets des différents émissaires connus. (Rosecchi et *al.*, 2003).

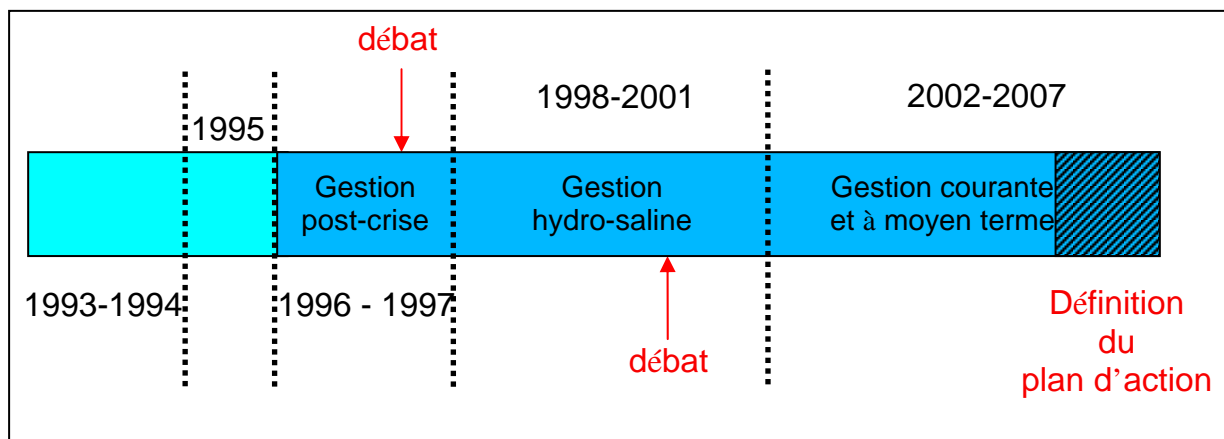
### 3) De nouvelles bases pour le fonctionnement de la CEDE

#### 3.1. L'évolution vers une gestion plus planifiée et consensuelle.

Le travail de la synthèse réalisé durant la première partie de mon stage, sur les 10 années de fonctionnement de la C.E.D.E., montre la présence de quatre thèmes principaux et récurrents : l'hydraulique, l'halieutique, la gestion des ouvrages et les contaminants (Annexe 1).

Des thèmes apparaissent au gré de plusieurs périodes d'évolutions de la C.E.D.E. Trois grandes périodes sont ainsi décelables grâce à l'analyse comparative des propositions et des préconisations des acteurs de la Commission depuis 10 ans (Tableau 2 p.22).

Tableau 4 : Frise chronologique de l'évolution des décisions de la C.E.D.E depuis 10 ans.



Suite aux évènements climatiques exceptionnels de l'hiver 1996 et 1997 provoquant une hausse des niveaux des étangs importante, la question de la gestion et de la réhabilitation des ouvrages de la digue à la mer était au centre de toutes les discussions. Durant ces deux années, une gestion de post-crise va être mise en place avec la volonté de faire un état des lieux et un diagnostic des aménagements qui semblait primordial pour répondre à une fonctionnalité totale en cas de nouvel évènement climatique exceptionnel. La gestion était donc volontairement à très court terme. Le diagnostic des aménagements s'est également accompagné de l'instauration de niveaux « limites » fixes à ne pas dépasser durant l'année. La Commission, qui a pour principal objectif « la protection des biens et des personnes », était plus que jamais dans sa fonction principale mais laissait les questions environnementales voire halieutiques au second plan. Suite à des décisions rapides et un manque d'organisation du à un fonctionnement récent de la C.E.D.E., les acteurs du monde agricole de l'époque vont

entamer un premier débat au cours de l'année 1997. Ils souhaitent conserver une certaine stabilité de la salinité de l'époque (environ 5) et des niveaux bas dans la peur d'une possible gêne pour la productivité de leurs terrains agricoles. Grâce aux discussions au sein de la Commission et aux conclusions de premières recherches, les doutes sur un risque de salinisation des terres agricoles ont progressivement disparu.

Dès 1998, afin de répondre aux revendications de protection des biens et des personnes, de la part des acteurs locaux, et dans une volonté affirmée de resalination des étangs, des décisions furent prises. C'est ainsi que des actions sommaires pour rendre plus étanche le pertuis de la comtesse étaient réalisées, alors que le rôle du pertuis du Rousty était étudié pour finalement être réhabilité. Les décisions prises à cette époque et la volonté de resalination des étangs vont avoir une influence certaine sur l'évolution des mentalités des acteurs locaux à propos de la gestion des pertuis, ainsi que des étangs. Ils ne vont plus voir les aménagements de la digue à la mer uniquement comme des ouvrages de refoulement des eaux vers la mer, mais également comme des ouvrages avec un fonctionnement bimodal permettant de laisser entrer l'eau de mer. Sous ces actions, une gestion se met donc en place progressivement au niveau des pertuis afin de mieux gérer la variation hydro-saline des étangs. Une gestion plus périodique, voire saisonnière, est réfléchie, renforcée par l'influence grandissante du monde de la pêche, qui voit un intérêt important à une resalination et une ouverture des martelières pour le recrutement des poissons. Cette période marque les débuts d'une réflexion de gestion courante, toujours à court terme, mais plus organisée, avec une volonté de participation grandissante de la part des acteurs locaux.

A la fin des années 1990, deux opinions vont de nouveau faire débat. En effet, d'un côté l'augmentation de la salinité, notamment en été, fait encore peur à certains acteurs locaux, dont certains socioprofessionnels (propriétaires riverains, agriculteurs, ...), alors que les décisions de gestion de la C.E.D.E. vont plutôt dans le sens d'un prolongement de la resalination jusqu'à une « situation initiale » proche de celle de 1993. Ce débat d'idée ne va pas durer plus d'une à deux années, suite à des explications scientifiques démontrant de manière catégorique la faiblesse des conséquences d'une resalination des étangs sur les terres agricoles du Vaccarès.

En décembre 2001, la volonté de signer une convention, entre la Mairie des Saintes-Maries-de-la-Mer et le S.Y.M.A.D.R.E.M., sur la gestion du pertuis de la Fourcade, marque la fin de la période de resalination des étangs et le commencement d'une politique ayant pour objectif de limiter les écoulements d'eau douce au Vaccarès. Dès le début de l'année 2002, les

propositions et les préconisations de gestion vont avoir comme thèmes centraux, la gestion des rejets ainsi que les question de présence de contaminants au Vaccarès. Les rejets d'eau douce, de la part des associations de drainage et d'irrigation non poldérisés et poldérisés (de manière aléatoire) prennent une dimension de plus en plus importante dans la problématique hydro-saline du système Vaccarès. A partir de cette date et progressivement, la question des rejets de Roquemaure et Fumemorte, ainsi que la question des suivis halieutiques vont prendre un nouvel essor. Une première prise de conscience et de réflexion va être envisagée pour un dialogue plus régulier entre les A.S.A. et la C.E.D.E. Tout d'abord au sujet des apports puis de l'évacuation des eaux, en terme de gestion à la fois courante et à moyen terme, qui va influencer, en 2003, la rénovation du pertuis de la Fourcade. La totalité des vannes du pertuis sont rendues fonctionnelles afin d'être plus opérationnel au niveau hydraulique et halieutique. La volonté d'une gestion halieutique plus importante sur le système Vaccarès, avec des suivis et des études moins ponctuelles vont influencer l'installation d'une passe-piège à anguille en annexe de la station de l'éolienne. Le renouveau du pertuis transmet des nouvelles intentions de gestion pour le Vaccarès. Parallèlement, le pertuis de la Gacholle est va être considéré comme abandonné. L'année 2003 va également rappeler aux acteurs de la commission que les évènements climatiques extrêmes peuvent encore se réaliser et poser d'énormes problèmes avec une montée importante des niveaux du Vaccarès.

De 2003 à 2006, la gestion hydraulique des étangs ne cessent pas de progresser avec des propositions et des prises de décisions de plus en plus précises, organisées et consensuelles entre les acteurs de la C.E.D.E. Cette volonté de concilier les différents usages, même si le monde agricole et les Association Syndicales d'irrigation et de drainage sont peu présents, ainsi que la prise en compte de l'évolution du contexte hydro-climatique montre clairement une évolution dans la gestion du territoire (Annexe 1 : « Synthèse graphique des actions et préconisations de gestion au sein de la C.E.D.E. »). Lorsque l'on met en parallèle les décisions de la C.E.D.E. et les années de décision, on constate que les mesures de gestion des niveaux étaient globales et restrictives avant 2000 : les niveaux étaient cloisonnés comme pour la règle des trois vingt<sup>1</sup>. Alors qu'à partir de 2003, les mesures sont devenues plus souples, adaptées et périodiques, avec des bases plus ou moins fixes mais variables selon les conditions naturelles du moment. Pour une gestion à la fois courante et à moyen terme. L'étude réalisée par le S.Y.M.A.D.R.E.M. pour le Plan Rhône montre aussi de la prise en

---

<sup>1</sup> - 20 cm NGF, + 20 cm NGF, salinité de 20

compte de l'importance de plan de gestion des crues et donc la vision d'une gestion à moyen et long terme pour la protection des biens et des personnes.

Enfin, le nombre grandissant d'interlocuteurs au sein de la C.E.D.E., aussi bien chez les acteurs socioprofessionnels que chez les structures publiques et privées (associations, collectivités...) semble bénéfique à l'évolution de la commission. En effet, la participation de nouveaux acteurs locaux ou le remplacement volontaire de la part des participants permet d'amener de nouvelles voies de réflexions. Il serait d'ailleurs peut-être intéressant de convier d'autres personnes « représentatives » d'activités manquantes au sein de la commission, tel que les chasseurs, les riverains et les agriculteurs afin qu'un nouveau souffle constructif soit apporté. Un point essentiel doit être observé : les acteurs socioprofessionnels du territoire de Camargue sont bien présents dans la majorité des réunions, mais les acteurs principaux qui structurent l'île de Camargue et gèrent l'eau ne sont que très peu présents. Il est primordial de trouver une solution pour que des représentants des principales A.S.A., ainsi que des agriculteurs et des chasseurs soient en permanence présents aux réunions.

### **3.2 L'apport des données scientifiques et techniques.**

Au sujet des données brutes et des recherches sur l'île de Camargue, les résultats sont plus ou moins nombreux et disparates selon les domaines et les organismes de production. Dans le but de répondre aux attentes et/ou aux questionnements de base des divers acteurs de la C.E.D.E., et d'obtenir un fonctionnement plus organisé dans un contexte actuel, la construction d'une banque de données paraît la meilleure alternative (annexe 2). La création de cette base de données permet à toutes les personnes présentes au sein de la commission d'obtenir des données brutes, anciennes et actuelles, source de comparaisons et d'informations sur les avancées du territoire.

La majorité des suivis hydro-salins et climatologiques sont effectués par la R.N.C. et peuvent se retrouver dans leurs suivis scientifiques ([http://www.reserve-camargue.org/html/la\\_reserve/RC7\\_rc\\_scient.php](http://www.reserve-camargue.org/html/la_reserve/RC7_rc_scient.php)).

En ce qui concerne les caractéristiques hydrologiques du Rhône, la C.N.R. et l'Agence de l'eau R.M. et C. sont les principaux interlocuteurs. Pour les sujets un peu plus délicats, tel que l'irrigation et le drainage du territoire de l'île Camargue, les données sont fragmentaires et ne sont disponibles qu'au sein de publications scientifiques auprès du P.N.R.C. notamment. Il en est de même pour les relevés piézométriques de la nappe profonde et superficielle. Au sujet des nappes souterraines et des suivis de contaminants, des relevés en continu sont effectués

depuis un certain nombre d'années, par différents organismes et selon différentes méthodes. Seulement, la compréhension des données et l'analyse des résultats sont extrêmement compliquées. Enfin, les suivis halieutiques sont presque inexistantes, mis à part le suivi effectué par la R.N.C. sur une partie du Vaccarès, et le suivi très récents du P.N.R.C. sur le système Vaccarès. La plupart des personnes présentes au sein de la Commission étant des acteurs socioprofessionnels de terrain, le recensement de ces données, et des organismes qui les réalisent, leur permettra une consultation personnelle et plus ciblées selon les attentes.

Toutefois, en parallèle de cette base de donnée, il est inconcevable de ne pas réaliser une synthèse bibliographique des deux principaux thèmes de la Commission : le fonctionnement de l'hydrosystème et l'halieutique. Dans l'optique d'un fonctionnement plus fluide et continu du déroulement des réunions, les acteurs doivent pouvoir se tenir au courant plus facilement des évolutions et des avancées sur ces deux principaux thèmes (Annexe 3 et 4). Pour que ces deux documents ne soient pas des simples compilations d'ouvrages, au vu de l'importante source d'informations sur la Camargue, il est important de poursuivre la ligne de conduite actuelle de la Commission. Ainsi, pour les modélisations et les recherches sur l'hydrosystème, seules les études dont les résultats ont un intérêt opérationnel et/ou applicable pour les gestionnaires et les acteurs locaux ont été retenus. Le but est donc d'associer toutes les informations approuvées et valides afin d'être plus efficace pour les recherches futures.

### **3.3 Le lien entre la recherche et la Commission.**

On le constate dans les dernières réunions de la C.E.D.E. : les acteurs locaux souhaitent connaître et approfondir leurs connaissances sur le système du Vaccarès. Yves Chérain (Chargé de mission hydrologie à la R.N.C.) continue à informer les représentants sur la salinité et les niveaux des étangs durant les réunions, éléments primordiaux pour les décisions de gestion des niveaux pour les mois suivants. Mais, jusqu'au début des années 2000, il est possible de remarquer un manque de communication lorsque l'on met en parallèle les questions et les propositions, des socioprofessionnels présents lors des réunions (Annexe 1), et les recherches, effectuées par les différents organismes (annexes 3 et 4). Certes, la prise de conscience collective et la volonté des acteurs sont récentes, mais c'est l'intérêt général grandissant des acteurs socioprofessionnels pour la gestion de leur territoire qui a influencé directement leur manière d'appréhender le milieu où ils vivent. Or, cette demande de communications des résultats n'a été intégrée que très récemment dans les réunions de la C.E.D.E, par des comptes rendus d'expériences ou des présentations orales. Les problèmes de cette relation se constatent sous deux angles.

Jusqu'à un passé très récent (2 à 3 ans), la communication des résultats des études en cours ne s'effectuait que très rarement au sein de la Commission. Il est important de préciser que le but n'est pas de dévoiler les résultats ou encore de rentrer dans les détails précis et innombrables de l'étude, mais simplement de tenir informer les acteurs locaux sur les avancées et le déroulement des recherches. Par exemple, depuis 1 à 2 ans, l'association Migrateur-Rhône-Méditerranée effectue, régulièrement, un résumé sur les différents sujets et recherches dont ils ont la compétence. Le simple fait de réaliser des points réguliers sur les différentes recherches rend les discussions, les conclusions plus accessibles et limitent les oppositions par manque d'information. Les acteurs se sentent plus concernés et intégrés au processus décisionnel.

Mais, il y a également la question de la communication des résultats finaux. Pour exemple, un certain nombre d'acteurs locaux se pose toujours la question sur la qualité de l'eau du Vaccarès, par rapport aux rejets agricoles et aux contaminants contenus dans les eaux du Rhône. Des relevés et des études ont bien eu lieu mais les résultats n'ont eut que très peu de retour au sein de la Commission. Il en est de même pour la majorité des études sur le milieu halieutique et hydraulique actuel. Les structures responsables des études pourraient permettre une publication, limitée et adaptée des résultats à ce public. Il existe un certain nombre d'études effectuées depuis 1994, mais c'est seulement à partir des années 2002-2003 que les structures locales effectuant les recherches (association, collectivités, structures d'état...) commencent à participer aux réunions de la C.E.D.E. pour présenter les résultats de leurs études. A l'inverse, il se peut que des interventions aient été réalisées pendant les réunions, mais que aucun compte rendu ni aucune trace dans les archives ne le confirme. Il s'agit donc de rester objectifs sur ces conclusions.

Les représentants principaux de cette commission (D.D.A.F., P.N.R.C., R.N.C., D.E.S.M.I.D.- C.N.R.S.) se doivent également de conserver toutes les interventions au sein de la Commission, ainsi que de motiver et convoquer les chercheurs pouvant apporter des éléments nouveaux à la gestion du système.

Ces restitutions, de mi-parcours ou finales, sont capitales pour faire avancer les réflexions au sein d'un groupe d'intervenants aussi large et éclectique. La présence et les interventions volontaires des acteurs du territoire dans les discussions de la Commission, comme celles des pêcheurs, font à chaque fois transparaître de nouveaux sujets et/ou de nouvelles voies de réflexion, dont les chercheurs et les gestionnaires doivent tenir compte. Parallèlement, les chercheurs peuvent transmettre les avancées et les résultats de leurs recherches, pour constater

le lien existant entre le monde professionnel et les sujets de réflexions scientifiques actuels. Les avancées de la C.E.D.E. se sont effectuées grâce à cet échange simple, où tout le monde possède un droit de parole, sans préjugés, ni artifices de la part des autres participants.

Le bon fonctionnement et les avancées de cette Commission transparaissent dans l'analyse des comptes rendus (annexe 1). Toute action proposée au sein de la commission par un acteur a été étudiée à un moment ou à un autre, quelque soit la thématique (pêche, hydraulique...). Chacun apporte son expérience et la situation peut évoluer de manière plus favorable encore par des retours d'expériences concluants et clairs de la part des structures de recherches et des acteurs locaux. Pour que cette commission puisse être viable et opérationnelle, dans le moyen et le long terme, les participants (acteurs du territoire, gestionnaires et scientifiques) doivent poursuivre et accentuer leurs échanges afin de trouver des solutions aux multiples problématiques du système Vaccarès.

### **3.4. Conclusion partielle.**

La réalisation d'une synthèse sur la Commission (Annexe 1), d'une base de données sur les suivis (Annexe 2) et de deux livrets sur l'halieutique et le fonctionnement global de l'hydrosystème Vaccarès (Annexe 3 et 4) montre les premières lacunes d'une Commission récente.

En effet, les études et les suivis existent. Mais pour que la commission possède une base de réflexion solide, il est nécessaire de réaliser un « socle de connaissance ». Ce socle prend la forme initiale de fiches synthétiques. Les documents écrits servent de base de lecture pour tous les acteurs de la Commission, alors que les bases informatiques serviront plutôt aux gestionnaires, comme références pour effectuer une base bibliographique plus complète et opérationnelle. Le but n'étant pas d'ajouter tous les travaux de recherches à venir, mais de sélectionner en fonction des problématiques, des voies de réflexions envisagées au sein de la C.E.D.E. et du plan d'action mis en oeuvre actuellement. Dans cet état d'esprit et avec les nouveaux objectifs déclarés par la C.E.D.E., de nouvelles bases de données pourront être créées sous le même format, témoignage des avancées conjointes de la C.E.D.E et de la recherche. Il restera toujours un certain nombre de voies à explorer. Que ce soit sur le suivi halieutique qui tente de se mettre en place au sein du P.N.R.C actuellement, avec les pêcheurs présents à la C.E.D.E. Sur l'hydraulique où les modélisations sont de plus en plus pointues, ou encore sur l'étude des contaminants présents dans le système Vaccarès. Le travail qu'il reste à accomplir peut s'appuyer sur ce travail bibliographique.



Cependant, il sera nécessaire de trouver des solutions, afin que la présence des principaux acteurs de la gestion de l'eau sur l'île de Camargue (A.S.A, agriculteurs, riverains et chasseurs) soit constante et définitive au sein de la C.E.D.E.

Il est donc préférable d'avoir une base théorique solide pour avancer, mais rien n'est plus important que la connaissance du territoire d'étude et de ses enjeux actuels. En effet, lors de la réalisation d'une base de données cartographique sous le même format et avec le même objectif que les précédentes, il est possible de constater qu'une cartographie précise et fonctionnelle sur les ouvrages n'avait pas été réalisée (Annexe 5).

#### **4) Un fonctionnement hydraulique complexe du système Vaccarès entre rejets continentaux et échanges littoraux.**

La compréhension du fonctionnement du système Vaccarès passe par celle des différentes interactions qui le régissent. Les aléas naturels et les interventions anthropiques sont multiples. Ne pouvant que constater les premiers en tentant de les limiter leurs impacts, il s'agit de remédier aux secondes en les maîtrisant mieux.

Pour cela, la réalisation d'un nouvel état de lieux sous la forme d'un « atlas » regroupant les ouvrages de la digue à la mer et les émissaires sur le pourtour du Vaccarès est primordiale.

##### **4.1. Les ouvrages hydrauliques clefs de la digue à la mer.**

Lorsque l'on analyse les comptes rendus de la C.E.D.E depuis 1996 (Annexe 1), aussi bien pour les propositions que pour les préconisations, on constate une réelle volonté de réhabiliter le pertuis du Rousty et de la Comtesse. Alors que le premier est réhabilité deux ans plus tard, le second va être directement laissé de côté et fermé de manière rapide et sommaire en 1997. Ces actions volontairement effectuées de manière assez rapide, n'étaient qu'une « conséquence » des effets socio-économico-environnemental induits par les épisodes 1996 et 1997. Par la suite, le temps qui s'écoule va progressivement prendre le dessus sur la mémoire, notamment pour les acteurs locaux et les riverains. Il va falloir attendre l'année 2003 pour avoir une rénovation du pertuis de la Fourcade. Travaux, qui se montreront d'une grande utilité lors des forts épisodes pluvieux de l'hiver 2003.

Au vu des travaux effectués durant ces dix dernières années, il semble nécessaire, dans un premier temps, de réaliser un nouvel état des lieux des ouvrages de gestion des niveaux mer-étangs au niveau de la digue à la mer (Annexe 7 et carte 5 p. 31), d'ouest en est :

- pertuis de la Fourcade (Annexe 8 - Secteur 1);
- pertuis du Rousty (Annexe 8 - Secteur 17);
- pertuis de la Gacholle ouest (Annexe 8 - Secteur 15);
- pertuis de la Gacholle est (Annexe 9 - Secteur 15);
- pertuis de la Comtesse (Annexe 10 - Secteur 15).

Les fiches ouvrages, annexées aux régions ci-dessus, m'ont permis de constater l'état général des pertuis, leur fonctionnalité et leur fonctionnement sur le terrain. Ensuite, l'assemblage de toutes ces caractéristiques m'a permis de faire quelques préconisations.

Lors de mes sorties de terrain, la première observation a été de constater, mis à part le pertuis de la Fourcade et celui du Rousty, le mauvais état des 3 autres pertuis.



D'ailleurs, seul le pertuis de la Fourcade (Annexe 8 - Secteur 1 et carte 5 p.31) est opérationnel pour permettre les échanges hydraulique et halieutique entre le système Vaccarès et la mer. Le pertuis étant géré par un technicien des Saintes-Maries-de-la-Mer (M. G. Liaboef), les vannes sont manœuvrées suivant les décisions de la C.E.D.E. et de la commune. Sans tenir compte des interventions intempestives de personnes extérieures, le pertuis est géré de manière convenable. Il se compose d'une passe-piège à anguille, d'une station d'épuration par lagunage et d'une station de pompage (la station de l' « Eolienne »). Ces stations sont le principal problème de cet aménagement, car elles rejettent des eaux usées plus ou moins traitées, par l'intermédiaire du grau ou directement, dans l'étang de l'Impérial.

En effet, la station de l'éolienne, est une station de pompage qui effectue des rejets en mer des eaux d'un canal d'assainissement qui ceinture le village des Saintes-Maries-de-la-Mer. Elle fonctionne presque toujours de manière continue, surtout en période de grande affluence, et rejette des eaux pluviales, d'assainissement non collectif, de marais et de tourisme équin, soit dans l'Impérial par le jeu de 7 buses en rive gauche, soit dans le grau à l'aval du pertuis. La situation est délicate, car non seulement de l'eau douce est rejetée mais en plus elle n'est pas de bonne qualité. De plus, lors d'un fonctionnement continu d'un certain nombre d'heure, des études ont montré que la station pouvait gêner la remontée des civelles dans la passe-piège de M.R.M. située à proximité.

Pour la station par lagunage, le fonctionnement est complexe et surtout durant certaine saison (Annexe 9). Durant toute l'année, l'eau est traitée, avec le rejet direct dans les étangs d'une certaine quantité de contaminants dont il faudrait connaître les doses tolérables et tolérées. Les données récoltées récemment sur le site de l'Agence de l'Eau R.M. et C. (Annexe 9) devraient être mises en relations avec les normes envisagées à la construction de la station. Le problème étant que les données récentes sont en Kg/j alors que les anciennes sont en Mg/l. Cette équivalence permettrait tout de même de mettre en exergue l'augmentation de la population durant ces 10 dernières années et le dépassement possible de l'équivalent/habitant prévue durant certaines périodes de l'année, induisant un traitement moindre des effluents.

Enfin, il s'agirait de connaître l'adéquation de la station de l'éolienne aux normes de la Police de l'Eau, des Services Maritimes et des nouvelles réglementations sur l'épuration et la Directive Cadre sur l'Eau. Et il serait également intéressant d'avoir un suivi plus complet et continu au P.N.R.C., de la part de l'Agence de l'Eau, sur le fonctionnement de la station par lagunage. Lorsque l'on connaît les problèmes d'eutrophisation rencontrés par les autres

lagunes Méditerranéennes françaises, il est nécessaire de déterminer l'influence des rejets le plus précocement possible.

Le pertuis du Rousty (Annexe 8 - Secteur 17 et carte 5 p.31), second ouvrage de gestion de la digue à la mer ayant été réhabilité de fort belle manière en 1998, n'est opérationnel que en période de hautes eaux et de fort vent de Nord cumulé. Le phénomène périodique d'ouverture du grau lors de tel événement climatique est du au comblement de ce dernier par les apports sableux en période normale. Le pertuis n'est donc pas fonctionnel en ce moment, mais il est toutefois d'une importance majeure de le conserver en état de fonctionnement occasionnel. Ce pertuis est un exutoire secondaire majeur en cas d'évènement climatique extrême. Un curage fut réalisé il y a quelques années afin de désensabler le grau et l'ouvrage. Cette opération qui n'eût qu'une influence minime dans le temps, selon certains acteurs de la C.E.D.E, est au contraire d'une importance capitale dans la conservation de l'état de fonctionnement des martelières. Il serait donc envisageable de réaliser un curage sur ce pertuis. Il ne paraît pas nécessaire de le réaliser des étangs jusqu'à la mer, mais simplement sur une distance raisonnable en amont et en aval de l'ouvrage afin qu'il ne se comble le plus lentement possible. Lorsque l'on constate l'état d'ensablement, voir d'envasement, de certaines martelières, cette action semble inévitable.

Le pertuis de la Gacholle ouest (Annexe 8 - Secteur 15 et carte 5 p.31), malgré l'ensablement d'une partie de l'étang du Tampan et de sa connexion avec l'étang de la Dame, est encore fonctionnel dans les deux sens. Certes, les débits ne sont pas importants, mais lors du niveau un plus élevé des étangs, les échanges halieutiques peuvent s'y produire. Aucune réhabilitation d'ampleur n'est nécessaire et envisageable. Cependant le retrait du rocher, au nord, et de la martelière rouillée, au sud, sont des actions minimales pour un meilleur fonctionnement.

A l'inverse, le pertuis de la Gacholle est (Annexe 8 - Secteur 15 et carte 5 p.31), complètement recouvert de terre, de sable et détruit en partie sur la partie sud-est, ne semble plus fonctionner. Il paraît donc inévitable de l'abandonner, comme l'a préconisé la C.E.D.E en 2003. Toutefois, pour une question environnementale, il faut retirer les martelières rouillées en aval du pertuis qui se désagrègent au fil du temps.

Enfin, le pertuis de la Comtesse (Annexe 8 - Secteur 15 et carte 5 p.31) soulève encore de nombreux points de discorde sur son utilité. Au vue de sa position historique et actuelle, ses usages sont multiples.

Tout d'abord, d'un point de vue hydraulique. L'ouvrage est composé de deux pertuis, l'« ancien » et le « moderne » actuellement. Aucun des deux n'est en état de fonctionnement, mais ils laissent tout de même passer un léger flux à travers leurs martelières rouillées et trouées. Le premier ne fonctionne à cause de son état vétuste, alors que le deuxième a des martelières complètement rongées et colmatées par des planches métalliques tout aussi étanches. Pour le grau effectuant la relation avec la mer, le problème, quasiment général aux ouvrages de la digue à la mer, vient de son colmatage régulier par les arrivées sableuses du littoral. En temps normal, les eaux lagunaires ne sont donc pas en relations avec la mer, mais sur une distance qui reste « raisonnable ». Cette expression est employée pour montrer que le grau est encore actif durant les forts coups de vent du nord et pour des niveaux des étangs élevés, comme en 2003. Le pertuis est donc bien opérationnel d'un point de vue hydraulique lors de forts événements climatiques. La solution de réhabilitation pourrait venir de l'ancien pertuis, cheminement naturel des eaux, tout en détruisant le pertuis « moderne ». Il pourrait ainsi représenter un potentiel de 8 martelières au maximum, dont une serait prédestinée à l'arrivée du canal d'écoulage du Versadou.

Une réhabilitation également intéressante au point de vue des rejets de contaminants. En effet, le projet de reconstruction du pertuis permettrait également de limiter les pertes des eaux d'écoulements du canal directement dans le système Lion-Dame, par l'intermédiaire des palplanches rouillées à la hauteur du pertuis.

Enfin, du point de vue patrimonial, les fondations bien conservées de l'« ancien » pertuis devraient être mises en valeur, tout comme cela l'a été fait pour le Rousty. Le lieu étant très touristique, avec la présence du Phare de la Gacholle et d'un panneau d'informations de la R.N.C., il serait bon de réhabiliter ce lieu de passage et de le mettre en valeur.

Au travers de l'analyse du fonctionnement et de la fonctionnalité des différents pertuis (Tableau 5 p.34), il est également possible de donner des préconisations générales. Tout d'abord, les échelles limnimétriques sont toutes dans un état très moyen, voire illisible, pour des niveaux de lecture importants. Les anciennes échelles inutiles devraient également être retirées.

Il serait également préférable et intéressant d'avoir un technicien en permanence pour les pertuis, notamment à la Fourcade, car l'entretien et le fonctionnement demandent beaucoup

de temps. De plus, en vue de l'amélioration de la gestion, cette présence limiterait les manœuvres de vannes intempestives.

Tableau 5 : Synthèse sur l'état des ouvrages de la Digue à la mer

	Fonctionnalité	Fonctionnement	Enjeux	Préconisations de gestion
<b>Pertuis de la Fourcade</b>	Très bonne	Important	Fort	- Rejets des stations d'épuration - Lisibilité des échelles limnimétriques
<b>Pertuis du Rousty</b>	Moyenne	Nul à faible	Moyen	- Curage du Grau - Installation d'échelles limnimétriques
<b>Pertuis de la Gacholle ouest</b>	Moyenne	Nul à faible	Faible	- Enlèvement de débris (végétaux...) - Enlèvement de la martellière
<b>Pertuis de la Gacholle est</b>	Nulle	Nul	Nul	Aucune
<b>Pertuis de la Comtesse</b>	Nulle	Nul	Moyen	- Réhabilitation de l'"ancien" pertuis - Destruction du pertuis "moderne"

#### 4.2. Les principaux rejets cartographiés jusqu'alors au Vaccarès.

Pour que la gestion des niveaux soit améliorée et efficace, les gestionnaires ont bien compris que la conservation de l'opérationnalité des ouvrages de la digue à la mer est primordiale. Cependant, il paraît inconcevable de ne pas tenir compte des apports anthropiques du bassin versant, notamment du aux activités agricoles, ornithologiques et domestiques. Depuis quelques années déjà, une prise de conscience collective a permis de cartographier les émissaires les plus importants du point de vue de leurs caractéristiques physiques. Cette action est bénéfique aux études de modélisations (Annexe 3 - Rosecchi et *al.*, 2003) qui ont permis de donner des estimations de débits annuels moyens. Tous ces émissaires ont un potentiel moyen à fort et sont au nombre de 7 (Annexe 7 et carte 6 p. 37) d'ouest en est :

- la Roubine de la commune (Annexe 8 - Secteur 1);
- la station des 5 Gorges (Annexe 8 - Secteur 3);
- le clapet de la Sigoulette (Annexe 8 - Secteur 5);
- le clapet du Rousty (Annexe 8 - Secteur 7);
- l'exutoire de Roquemaure (Annexe 8 - Secteur 10);
- l'égout de Guinot et du Pont Noir (Annexe 8 - Secteur 10);
- l'exutoire de Fumemorte (Annexe 8 - Secteur 11);
- l'exutoire du Fournelet (Annexe 8 - Secteur 12).

Tout comme pour les précédents ouvrages, des fiches ont été réalisés, pour donner un constat de l'état général et du fonctionnement.

Les apports d'eau provenant des ces canaux sont en majorité des eaux d'écoulement de rizières ou de marais d'eau douce.

La Roubine de la Commune (Annexe 8 - Secteur 1), dont le fonctionnement, drainage ou/et irrigation, reste encore difficile à déterminer est un émissaire dont l'exutoire est en voie de comblement. L'écoulement lors de notre sortie était nul du fait de la fermeture de la martelière, et si les possibilités d'un écoulement en direction du Vaccarès semblent limitées, son potentiel est moyen à important. Toutefois, il serait nécessaire de demander la fonctionnalité de la martelière auprès de la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer et éventuellement d'avoir un relevé mensuel des périodes d'ouvertures, s'il existe.

Plus en amont, la Station des 5 gorges (Annexe 8 - Secteur 3) est un émissaire fonctionnel, mais de manière épisodique. Lors de notre sortie, aucun écoulement n'a été remarqué, toutefois lorsque les niveaux de l'étang de Consécanière sont supérieur à la servitude de -0,35 m NGF, la station ou la martelière est ouverte (en fonction du niveau de l'étang de Malagroy). La forte présence de cascaïl<sup>2</sup> à l'amont et l'aval de la martelière indique que la majorité des rejets s'effectuent par l'intermédiaire de la station. Lors du fonctionnement de la station d'exhaure, notamment par fortes pluies, les rejets d'eau douce peuvent être importants et donnent à cet émissaire un fort potentiel de rejet. Pour tenter de les connaître et de les contrôler, il faut être tenu au courant régulièrement des intentions et des durées d'ouvertures de vannes afin de pouvoir mesurer les débits et de constater l'influence des rejets sur l'étang du Malagroy.

---

<sup>2</sup> Annélides tubicoles, ou vers, cosmopolite qui aime les milieux confinés et turbides (*Ficopomatus enigmaticus*).



A moyen terme, un plan de gestion des Impériaux étant à l'étude par le gestionnaire, le Conseil Général des Bouches-du-Rhône, il serait peut-être envisageable de discuter et de redéfinir les règles en vigueur sur l'étang de Consécanière, dont les servitudes de niveaux datent déjà de quelques décennies. Enfin, si le gestionnaire de l'ouvrage souhaite conserver la



fonctionnalité de la martelière, il est impératif de réaliser un curage, en amont et en aval, pour retirer les cascail qui la bloque.

Pour les exutoires bénéficiant de barrage à clapet, Sigoulette et Rousty, (Annexe 8 - Secteur 5 et 7), les canaux d'écoulement sont importants et possèdent un fort potentiel. Seulement, les écoulements sont gérés par les clapets et les ouvertures ne se font que lors d'un gradient négatif entre les écoulements du bassin versant et l'étang du Vaccarès. Cette gestion nous a valu un débit nul lors de notre sortie de terrain.

Il est évident, au vu des caractéristiques métriques des deux émissaires, qu'ils drainent une superficie importante de terrains sous influence anthropique (rizière et marais d'eau douce ou de chasse essentiellement) qu'il faudrait connaître et actualiser régulièrement, les exploitations agricoles effectuant des rotations (riz, blé dur).

Les solutions pour une meilleure gestion de ces écoulements sont un dialogue plus régulier, et ciblé avec les A.S.A. concernées. Cette communication peut s'effectuer au sein de la Commission, lieu de concertation, avec la présence d'un représentant de l'A.S.A. de la Sigoulette et de l'A.S.A. de C.C.M., pour aboutir à des règles de bases consensuelles entre les gestionnaires et la C.E.D.E.. Les accords doivent permettre dans un premier temps de poser les bases d'un fonctionnement plus clair et transparent. L'information régulière et anticipé de l'ouverture des vannes peut permettre à la C.E.D.E. de mieux gérer les niveaux du Vaccarès par exemple. Inversement, la C.E.D.E. peut demander aux A.S.A. de ne pas ouvrir les vannes à cause des niveaux hauts du Vaccarès. Mais pour cela, il faut une base de communication solide nécessitant une présence régulière des représentants d'A.S.A., ce qui n'est pas le cas actuellement.

Au sujet de l'entretien, il n'est pas suffisant. Les engrenages ainsi que les vannes sont dans un état moyens et les échelles limnimétriques sont peu lisibles.

L'exutoire de Roquemaure est un cas particulier (Annexe 8 - Secteur 10). Le chenal principal, Roquemaure 2, reçoit la majorité de ces écoulements depuis le canal de Grand-Mar, qui est un « shunt » amenant des écoulements de l'A.S.A. de C.C.M. Lors de notre sortie, le barrage du Grand-Mar étant fermée, suite à la demande des principaux gestionnaires de la C.E.D.E., le débit de l'émissaire était faible. Mais, durant la majeure partie de la période de production rizicole, le barrage est régulièrement ouvert afin d'évacuer les écoulements en direction du Vaccarès. Cela représente un volume annuel de 15 millions de m<sup>3</sup> par an en moyenne.

La situation est d'autant plus particulière que, selon un règlement en vigueur auprès de la Mairie d'Arles, le barrage doit être fermé et ne doit être ouvert qu'en cas d'extrême urgence et sous autorisation pour une éventuelle dérogation. La présence des représentants des ASA est donc plus que jamais nécessaire afin de clarifier les gênes et les possibilités à appliquer les règlements en vigueur. Le but n'étant pas de réprimander ou de verbaliser mais de trouver des terrains d'ententes et d'ouvrir de nouvelles voies de réflexions.

Il en est de même pour l'exutoire de Fumemorte (Annexe 8 - Secteur 11). Les discussions pour remédier aux importants apports d'eau douce doivent être envisagées.

Tout d'abord, il faudrait que l'entretien soit plus régulier et important, que ce soit pour les échelles limnimétriques, les engrenages, les vannages ou encore l'accès aux rampes.

Ensuite, il est peut-être envisageable de trouver des solutions communes pour détourner plus de 40 à 50 millions de m<sup>3</sup> d'eau douce, en moyenne, hors du Vaccarès. Plusieurs études ont déjà été réalisées afin de poldériser le bassin (Annexe 3 - D.D.A.F., 1994; P. Chauvelon, 1996; D. Dilius, 2001), mais aucune n'a été suivie. Il faudrait peut-être combiner ces différentes études avec l'idée d'une construction de pompes d'exhaures vers le Rhône. Le dialogue sera de longue haleine et compliqué pour trouver une solution efficace et acceptée par tous, mais jusqu'à présent, seules des études ponctuelles sans suivis ont été réalisées. Seul la mise en place d'un dialogue durable est constructif peut aboutir aux résultats que la C.E.D.E. souhaite et qui ne lèsent personne. A travers cette exemple, il ne s'agit pas demander aux A.S.A. de stopper leurs écoulements de manière définitive en direction du Vaccarès, et de changer tout leur système de canaux et de fonctionnement; mais il est préférable d'organiser une gestion plus concertée, par consensus en admettant que des concessions de part et d'autre soient envisageables.

Dans un fonctionnement différent des cas précédents, mais avec un potentiel tout aussi important, la roubine du Pont Noir et de l'égout de Guinot (Annexe 8 - Secteur 10), dont l'exutoire est commun représentent un important émissaire en terme de volume d'eau douce potentiel apporté au Vaccarès. Cet émissaire ne possède pas de barrage pour limiter les écoulements et permet le drainage des rizières et des marais de Vazel-Romieu en continu. Afin de mieux estimer le volume écoulé, il faut connaître les superficies drainées et mesurer les débits provenant des deux roubines sur plusieurs périodes. A la simple vue de l'écoulement et des caractéristiques du chenal, il est possible de dire que le potentiel est important.

Enfin, l'exutoire du Fournelet (Annexe 8 - Secteur 12) est un émissaire important du système Vaccarès, selon les lectures, mais il n'a pas pu être étudié suite à un accès terrestre impossible. Il faudra donc effectuer une nouvelle sortie terrain en bateau pour constater le fonctionnement, la fonctionnalité et l'état de l'émissaire.

Pour chacun de ces exutoires (Tableau 6 p.41), qu'ils s'écoulent en continue ou de manière intermittente, il serait bon d'effectuer des vérifications sur la qualité des eaux rejetées dans les étangs. Ces eaux douces, provenant principalement des rizières, doivent contenir un certains nombres de contaminants interne (pesticides de rizières, etc.) et externes au delta (contaminants du Rhône). A. Comoretto a écrit une thèse qui apportent probablement des réponses à ces attentes, il est donc important d'avoir un retour lors d'une prochaine réunion de la Commission. De plus, des analyses ont été réalisées pour estimer les teneurs en P.C.B au sein de l'île Camargue, depuis l'approbation des nouvelles réglementations.

Et il en est de même pour les nouveaux rejets recensés

Tableau 6 : Synthèse sur l'état des émissaires déjà cartographiés auparavant

	Fonctionnalité	Fonctionnement	Enjeux	Préconisations de gestion
<b>Exutoire de Fumemorte</b>	Bonne	Important	Fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien plus régulier des ouvrages</li> <li>- Estimer les apports en contaminants</li> <li>- Terminer la poldérisation</li> </ul>
<b>Exutoire de Roquemaure</b>	Bonne	Important	Fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect des accords avec la Mairie d'Arles (fermeture du barrage amont)</li> <li>- Estimer les apports en contaminants</li> <li>- Constater le comblement de l'exutoire</li> </ul>
<b>Clapet du Rousty</b>	Bonne	Important	Fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien plus régulier des ouvrages</li> <li>- Connaître les périodes d'ouverture du clapet</li> <li>- Estimer les apports en contaminants</li> </ul>
<b>Clapet de la Sigoulette</b>	Bonne	Important	Fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien plus régulier des ouvrages</li> <li>- Connaître les périodes d'ouverture du clapet</li> <li>- Estimer les apports liquides et en contaminants (limite du BV et mesures de débit)</li> </ul>
<b>Station des 5 gorges</b>	Moyenne	Important	Fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien plus régulier des ouvrages</li> <li>- Lutte contre les invasives (cascaïl)</li> <li>- Connaître les périodes de fonctionnement de la station</li> <li>- Estimer les apports liquides (limite du BV et mesures de débits)</li> <li>- Entamer des discussions sur la servitude de niveaux très anciennes de Consécanières</li> </ul>
<b>Egout de Guinot et Pont Noir</b>	Moyenne à Bonne	Moyen	Moyen à Fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimer les apports liquides et en contaminants (limite du BV et mesures de débits)</li> <li>- Connaître les périodes d'ouverture de la martelière des étangs en amont de Pont Noir</li> </ul>
<b>Roubine de la Commune</b>	Faible à moyenne	Faible à moyen	Faible à Moyen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mieux connaître l'usage de la roubine par la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer</li> <li>- Connaître les périodes d'ouverture de la martelière</li> <li>- Estimer les apports liquides (limite du BV et mesures de débits)</li> </ul>

### 4.3. De nouveaux rejets cartographiés.

Ces nouveaux points de rejets ont été localisés, grâce à l'aide et la bonne volonté, des gardes et propriétaires riverains du Vaccarès. Au total, 32 émissaires supplémentaires sont cartographiés. Cet inventaire n'est pas exhaustif : tout d'abord du fait de l'impossibilité de vérifier certains lieux très végétalisés, mais également ceux dont les propriétés n'ont pas pu être accessibles (Romieu et Fiélouse). Dans le premier cas, l'exutoire a été trouvé, cependant, il faudra attendre une sortie automnale en bateau pour confirmer les attentes.

Pour que ces émissaires soient reconnus il s'agit dans un premier temps de les cataloguer (Annexe 7 et carte 7 p. 43) d'ouest en est :

- 8 sur les Frignants (Annexe 8 - Secteur 4) ;
- Contournement Sigoulette (Annexe 8 - Secteur 5) ;
- Nord Sigoulette (Annexe 8 - Secteur 5) ;
- Le Carrelet (Annexe 8 - Secteur 5) ;
- Le Mazet du Vaccarès (Annexe 8 - Secteur 5) ;
- 3 sur Méjanes (Annexe 8 - Secteur 6 et 7) ;
- 5 sur le Mas Neuf (Annexe 8 - Secteur 7) ;
- Ouest Cabassole (Annexe 8 - Secteur 8) ;
- Est Cabassole (Annexe 8 - Secteur 8) ;
- Mitoyen de Cabassole/Notre Dame d'Amour (Annexe 8 - Secteur 8) ;
- 3 sur Notre Dame d'Amour (Annexe 8 - Secteur 8) ;
- Saint-Germain Parc (Annexe 8 - Secteur 9) ;
- Saint-Germain sud (Annexe 8 - Secteur 9) ;
- Mitoyen de Saint-Germain/Romieu (Annexe 8 - Secteur 9) ;
- La cabane de Romieu (Annexe 8 - Secteur 9) ;
- Roquemaure 1 (Annexe 8 - Secteur 10) ;
- Et enfin Port Capelière (Annexe 8 - Secteur 10).

Pour ces émissaires, des fiches ouvrage ont été réalisées avec des schémas pour les plus compliqués et les plus fonctionnels. Tous sont des canaux de drainage, à l'exception de deux qui exercent également une fonction d'irrigation. Ils sont pour la plupart d'une faible profondeur à moyenne et de largeur variable (allant de 0,5 à 10 mètres).







Lors de notre sortie terrain, 6 d'entre eux ont été déclaré comme inopérant :

- pour l'entrée des Frignants, les trois anciens canaux sont hors d'usages du fait de leur comblement (Annexe 8 - Secteur 4) ;
- le canal au nord de la Sigoulette est également comblé (Annexe 8 - Secteur 5) ;
- le Mazet du Vaccarès pourrait être fonctionnel, seulement la martelière est cassée en position fermée (Annexe 8 - Secteur 5) ;
- sur la propriété de Méjanès, l'émissaire au sud-est et celui au sud des arènes, appartenant au gestionnaire M.Guillot X., sont bouchés suite à des niveaux trop haut du Vaccarès empêchant l'évacuation des eaux par drainage gravitaire. La propriété de Méjanès est la majorité du temps en dessous des niveaux de l'étang du Vaccarès, ce qui a contraint le propriétaire à endiguer son terrain afin de pouvoir cultiver et exercer une activité de loisir (Annexe 8 - Secteur 6) ;
- enfin, le canal de Roquemaure 1 à l'est de l'exutoire principal de Roquemaure n'a pas de débouché au Vaccarès (Annexe 8 - Secteur 10).

Tous ces émissaires ont un potentiel d'écoulement nul au Système Vaccarès. Des fiches ouvrages simples, sans schémas, sont présentes afin d'expliquer les causes du non fonctionnement des roubines. Mais, il fallait tout de même les recenser afin d'être le plus exhaustif possible, de connaître leur fonctionnalité actuelle qui peut évoluer en fonction à d'une urgence, d'un changement de situation ou de gestion des territoires concernés.

Maintenant, il s'agit de distinguer les émissaires d'une importance moindre, de ceux dont le potentiel est plus conséquent. Selon l'état de végétalisation, la taille du chenal et le diamètre buses éventuelles, une classification à été réalisée.

17 d'entre eux sont fonctionnels avec un écoulement faible à moyen, lors de nos sorties terrain, mais dont le potentiel d'écoulement reste faible :

- l'émissaire de la propriété des Frignants côté nord du mas est une vidange du canal nord dans le canal de ceinture longeant le Vaccarès. Lors de notre sortie, le niveau du Vaccarès étant plus élevé que celui du canal nord, l'écoulement était nul dans les deux sens à cause de l'installation d'une buse à clapet de diamètre 30. Le procédé est astucieux pour conserver des eaux douces et permettre un écoulement en cas de baisse de niveau des étangs. Il faudrait pouvoir suivre le fonctionnement de cet émissaire durant une saison pour constater les sorties convenablement et mesurer les débits (Annexe 8 - Secteur 4) ;

- l'émissaire des Frignants marais est, évacue l'eau des marais situés au nord. Il n'est pas fonctionnel de manière volontaire, car la buse de diamètre 30 qui sert d'exutoire à l'eau des étangs, en temps normal, est bouchée par un seau afin de limiter l'entrée d'eau salée venant du Malagroy et de conserver l'eau douce des marais. Il faudrait savoir à quel moment l'eau des marais est susceptible d'être vidangée afin de mesurer le volume rejeté (Annexe 8 - Secteur 4);
- l'émissaire de la propriété des Frignants côté sud du mas est une vidange du canal sud dans l'étang de Malagroy; couplé à une jonction, légèrement à l'est, entre le canal sud et le canal de ceinture sud longeant le Malagroy. L'émissaire au Vaccarès est très petit, avec un écoulement nul au travers de sa buse de diamètre 30, mais une connexion toujours fonctionnelle. Il faudrait mesurer les écoulements durant plusieurs périodes dans l'année pour avoir une estimation des faibles potentiels. L'écoulement est également nul entre le canal de ceinture sud et le canal sud, avec un potentiel d'écoulement faible, au travers du clapet de la buse de diamètre 30 (Annexe 8 - Secteur 4);
- l'émissaire de la propriété des Frignants côté ouest est une vidange des roselières et des marais ouest des Frignants dans l'étang de Malagroy. Cet émissaire est fonctionnel mais peu utilisé selon les informations du garde de la propriété. Lors de notre terrain, l'écoulement était nul du fait de la fermeture totale de la martellière. Les eaux se scindaient et partaient en direction de l'est et de l'ouest vers deux autres canaux. Au final, l'émissaire possède un potentiel faible (Annexe 8 - Secteur 4);
- l'émissaire des Frignants nord ne possède pas de sortie évidente au Vaccarès, mais il percole à travers le bourrelet de zostères et de cardium. Cette roubine a un écoulement en sens unique et faible au travers de la buse à clapet, de diamètre 30, installée en direction du Vaccarès. Il faudrait constater les périodes de fermetures et d'ouvertures de la buse afin de déterminer les quantités d'eau rejetée à l'étang, dont le potentiel est faible (Annexe 8 - Secteur 4) ;
- l'émissaire des Frignants-Vaccarès correspond à la connexion du canal de ceinture nord avec le Vaccarès. Ce canal de ceinture reçoit à la fois les eaux salées du Malagroy, au sud, et les eaux douces du canal Nord, à l'ouest, pour finalement en évacuer une petite quantité au Vaccarès par une troisième voie. Ce canal possède les caractéristiques d'une petite lagune, avec le mélange des eaux douces et salées. Il serait donc intéressant de mesurer les débits entrant du canal nord, entrant et sortant de

l'étang, ainsi que le débit du canal de ceinture sur plusieurs périodes de l'année afin de constater le faible potentiel. (Annexe 8 - Secteur 4) ;

- il en est de même avec l'émissaire des Frignants à 300 mètre au nord du mas, au niveau de la bifurcation nord/sud du canal, qui fonctionne à la fois comme canal d'irrigation et de drainage (Annexe 8 - Secteur 4). Comme pour la plupart des canaux des Frignants, la complexité l'emporte sur la compréhension du fonctionnement. L'écoulement du canal était moyen lors de la sortie, mais le potentiel est faible et le fonctionnement complexe. Pour une meilleure compréhension des échanges et des superficies drainées, il faudrait se renseigner plus longuement et plus précisément auprès du garde des Frignants, tout en s'appuyant sur la carte de R.Talva (2004);
- le Carrelet est un canal dont on ne sait pas réellement si il s'agit d'un canal d'irrigation ou de drainage. Son fonctionnement est difficile à cerner mais son potentiel est faible. Il faudrait demander plus de renseignements au propriétaire afin de déterminer sa fonction (Annexe 8 - Secteur 5) ;
- la propriété de Mas Neuf 1 est la plus à l'ouest du territoire de Mas Neuf. Il draine les étangs au nord de la route départementale 37 et collecte les fuites des eaux de colatures des rizières voisines à l'ouest (Mas de l'Ange). Il faudrait tout d'abord estimer les superficies drainées au nord, avec une mesure des débits en amont de la fuite. Ensuite, une mesure des débits provenant de la fuite doit être effectuée et mise en relation avec la superficie de rizières drainée. Ces deux manœuvres vont permettre d'estimer l'importance de la fuite par rapport aux écoulements de la roubine venant de l'amont (Annexe 8 - Secteur 7) ;
- l'émissaire du Mas Neuf 3, qui reçoit les écoulements d'un double collecteur, semble se colmater progressivement, mais laisse toutefois passer un léger flux liquide. Cependant, la majeure partie des écoulements qui semblait autrefois s'écouler par cette émissaire est refoulée en direction du Mas Neuf 2. Afin de prouver les écoulements, il faudrait mesurer les débits à l'aval de la buse et/ou sonder la buse pour constater son état d'envasement (Annexe 8 - Secteur 7) ;
- l'émissaire à l'ouest de Cabassole draine les rizières au sud de la RD 37. Il est en parfait état de fonctionnement avec un potentiel faible. Tout comme, l'émissaire ci-dessus, il faudrait calculer les superficies drainées, et effectuées au moins 3 sorties supplémentaires afin de mieux estimer les débits (Annexe 8 - Secteur 8) ;

- à l'est de Cabassole, au nord de la route départementale 37 (Annexe 8 - Secteur 8). Cette roubine draine les rizières de Cabassole avec un potentiel faible au travers de la buse d'un faible diamètre. Une estimation des surfaces drainées par cet émissaire permettrait d'avoir une idée plus précise des écoulements potentiels en parallèle d'une mesure des débits sur plusieurs périodes;
- Notre Dame d'Amour 1, à l'est du pavillon de chasse, est très encombré de débris végétaux à l'exutoire et draine les rizières entre la R.D 37 et le Vaccarès. Son potentiel est faible du fait de la forte végétation qui encombre le chenal et de la buse de faible diamètre (30) (Annexe 8 - Secteur 8) ;
- Notre Dame d'Amour 2, à l'ouest du pavillon de chasse, draine les écoulements depuis le canal de Montlong. La roubine est très encombrée de phragmites qui ne nous ont pas permis de constater l'écoulement et l'exutoire directement au Vaccarès. Pour constater la fonctionnalité de l'émissaire et effectuer des mesures de débits, il faudra effectuer une sortie supplémentaire en bateau (Annexe 8 - Secteur 8) ;
- Enfin, la propriété de Saint-Germain Parc qui draine habituellement les prés de Saint-Germain ne possédait pas d'écoulement lors de nos sorties. L'exutoire de la roubine est cependant fonctionnel avec un faible potentiel, il va donc falloir effectuer d'autres sorties durant différentes périodes afin de constater et de mesurer de possibles écoulements (Annexe 8 - Secteur 9) ;
- l'émissaire sur la propriété de Saint-Germain sud (Annexe 8 - Secteur 9) draine les prés de Saint-Germain par un chenal principal qui se divise sous la forme d'un trident à l'exutoire. Un de ces trois chenaux est totalement comblé, à l'ouest, et un en partie, au centre. Le dernier, le plus à l'est, reçoit donc toutes les eaux du chenal principal et sert d'émissaire principal au Vaccarès. Ses écoulements étaient visibles durant notre sortie avec un potentiel faible au vue de son dimensionnement. Les mesures des débits sur 3 périodes supplémentaires de l'année donneraient une estimation moyenne correcte de l'influence de cet émissaire sur les entrants d'eau douce au Vaccarès;
- Port Capelière. Cet émissaire draine en continu les eaux de la Capelière et les fossés du bord de la D 36b. Son potentiel est faible mais pour cette roubine, qui draine les eaux pluviales, il serait intéressant de mesurer les débits sur différentes périodes de l'année, période durant laquelle des échantillons d'eau pourrait être relevés afin de mesurer la teneur en contaminants (Annexe 8 - Secteur 10).

Ces émissaires ont tous un faible potentiel d'écoulement, car le comblement progressif de leur embouchure, la végétalisation de leur chenal et/ou de leur buse ainsi que la volonté humaine a abouti progressivement à une baisse de leur fonctionnalité. Toutefois, ils ne sont pas négligeables. Certains d'entre eux ne fonctionnent que périodiquement et d'autres ont un écoulement peu visible. Ces caractéristiques rendent leurs apports encore plus difficiles à estimer. La complexité de leur fonctionnement leur donne un intérêt particulier dont il faudra tenir compte lors de prochaines sorties.

De plus, certains possèdent un fonctionnement complexe avec des apports multiples et des superficies drainées inconnues qui vont rendre l'estimation de débits et du sens des écoulements difficiles. Afin de mieux cerner leur importance, il est nécessaire de réaliser au moins trois autres sorties de terrain saisonnières, en automne, en hiver et au printemps, pour avoir une estimation par seuils de sensibilité des écoulements. Pour les émissaires peu visibles ou dont le débit est incertain, ces sorties sont aussi l'occasion de confirmer ou d'infirmer les hypothèses.

Enfin, il paraît également indispensable, pour les émissaires drainant des superficies de rizières, plus ou moins importantes, de réaliser des prélèvements d'eau afin de constater une possible présence et concentration des contaminants.

Sur ces 32 émissaires, il y en a donc 6 qui possèdent un écoulement potentiel moyen :

- le contournement de la Sigoulette est un « shunt » drainant les rizières au sud de la Sigoulette. Son écoulement est nul du fait de la fermeture de la martelière lors de nos sorties. Cependant, lors d'une possible ouverture, la roubine possède un potentiel d'écoulement moyen qui va ensuite se déverser directement à l'aval du canal principal du clapet de la Sigoulette. Il draine une superficie importante de rizières et marais à l'ouest, qu'il faudrait estimer, tout comme les périodes d'ouvertures et les débits, lorsqu'il y en a (Annexe 8 - Secteur 5) ;
- la propriété mitoyen de Cabassole/Notre Dame d'Amour qui draine les terrains de Cabassole et de Notre Dame d'Amour possède un potentiel moyen. Cependant la présence importante de la végétation, en amont et en aval de la buse, ne nous a pas permis de constater d'écoulement. Il semblait nul mais durant les prochaines sorties terrains, il faudra confirmer les débits potentiels pouvant transiter dans le chenal (Annexe 8 - Secteur 8) ;

- enfin, il y a les deux émissaires de Mas Neuf (Annexe 8 - Secteur 7) :
  - plus à l'est, Mas Neuf 5 est un émissaire d'écoulement de rizières dont le potentiel est moyen. Pour cette roubine, l'estimation des superficies drainées et des mesures de débits sont nécessaires sur différentes périodes pour confirmer les caractéristiques physiques de la roubine.
  - Mas Neuf 2 draine les terrains du PNRC avec un écoulement potentiel moyen (buse de diamètre 80-100). Il est important de mesurer les débits de cet émissaire lors de 3 nouvelles périodes. Cet émissaire nouvellement cartographié est celui dont le potentiel a été le plus important.
- la propriété mitoyenne de Saint-Germain/Romieu draine les rizières de Romieu et récupère également l'écoulement des rizières et marais à l'est par l'intermédiaire d'une buse de faible diamètre en rive gauche. Cet émissaire possède un écoulement faible mais un potentiel d'écoulement moyen. Afin de mieux déterminer les potentialités d'écoulements, il semble nécessaire tout d'abord de connaître les surfaces drainées par la roubine, en amont de la buse, et de mesurer ses débits sur plusieurs périodes. Dans un second temps, il faut effectuer les mêmes actions mais pour la buse en rive gauche. La comparaison des deux donnera l'importance de chacun dans les apports de l'émissaire au Vaccarès. Pour cet émissaire, des sorties supplémentaires sur différentes périodes pour constater la variation des écoulements et ainsi les mesurer semblent intéressantes à réaliser (Annexe 8 - Secteur 9) ;
- La Cabane de Romieu draine toutes les eaux de Romieu (rizières, marais, etc). Avec son chenal dégagé et sa buse de diamètre 60, il permet un bon écoulement potentiel des eaux provenant du bassin versant. Il serait donc intéressant de réaliser des sorties supplémentaires sur différentes périodes pour constater la variation des écoulements.

Ces 6 émissaires sont donc les plus importants en terme de potentiel d'écoulement, en plus des émissaires déjà cartographiés vu précédemment. Les mesures effectuées sur les précédents, d'un potentiel moins important semblent d'autant plus importantes à réaliser sur ceux-ci (Annexe 8 – Secteur 9).

Au cours de ces explications, cinq zones ont été volontairement séparées des autres. Elles ont un fonctionnement spécial ou non connu, mais avec des potentialités d'écoulement qui ne peuvent pas être négligés :

- l'émissaire de Méjanès (Annexe 8 - Secteur 7), en amont du clapet de Rousty, qui est

le seul écoulement fonctionnel semble-t-il du domaine de Méjanès, doit être étudié plus en détail. Son fonctionnement n'a pas pu être vérifié. A première vue, il ne semble pas y avoir d'écoulement du fait de la possible présence d'une martellière ou d'un clapet côté Méjanès. Cet émissaire, dont les roubines à l'est drainent des rizières, a un potentiel non négligeable qu'il faudra confirmer.

- Les zones d'échanges « potentielles » du mas neuf 4, à l'est de la propriété du Parc, sont également particuliers (Annexe 8 - Secteur 7). Ces zones se trouvent le long de la roubine qui longe le Vaccarès, depuis les marais à l'est de Mas Neuf 3 jusqu'à l'émissaire de Mas Neuf 5. Cette roubine possède deux coudes et un « croisement » entre deux roubines. Au premier coude, une première fragilité apparaît, entre la roubine et le Vaccarès, avec une possibilité de rupture en cas de gros coup de vent, malgré les batardeaux d'environ 1,5 mètres. Au deuxième coude, un nouveau point faible apparaît, légèrement plus élevé mais avec une possibilité de rupture par gros temps également. Ensuite, à l'intersection de deux roubines, entre le deuxième coude et l'émissaire du Mas Neuf 5, il semblerait qu'il y ait un émissaire au Vaccarès. Afin d'en être réellement sûr, il sera préférable de vérifier les écoulements grâce à une sortie en bateau. Enfin, à l'extrémité de cette roubine, en arrivant sur le port de pêche, une fuite indique un écoulement. Lorsque le niveau de la roubine monte, l'eau s'écoule de la roubine par ruissellement sur le chemin d'accès en direction du Vaccarès.
- Enfin, à la limite de Saint-Germain, Notre Dame d'Amour 3 est une roubine qui draine 4 à 5 hectares de rizières mais ne se jette pas directement dans le Vaccarès en temps normal. Effectivement, la roubine longe le Vaccarès pour aller se jeter dans une autre roubine plus à l'est. Toutefois, une centaine de mètres après le coude, situé à l'est de Notre Dame d'Amour 1, une faiblesse dans le talus de la digue montre une possibilité d'écoulement. A cet endroit, le Vaccarès et la roubine sont à moins d'un mètre de distance et à des niveaux presque identiques. Il suffit d'une augmentation des niveaux de quelques centimètres, du Vaccarès ou de la roubine, pour que les échanges se fassent dans un sens ou dans l'autre., une sortie en bateau puis à nouveau terrestre, durant les mois d'octobre et d'avril-mai, serait la meilleure méthode afin de constater le phénomène (Annexe 8 - Secteur 8).

On peut donc constater que le nombre des nouveaux émissaires cartographiés n'est pas négligeable et que leur potentiel réuni peut être important en terme d'apports (Tableau 7 p.51).

Tableau 7 : Synthèse sur l'état des émissaires déjà cartographiés auparavant

	Nulle à Faible	Nul à Faible	Aucun à Faible	- Demander entretien avec le garde et effectuer une nouvelle carte des écoulements afin de mieux comprendre le système mis en place sur la propriété
	Moyenne	Faible à Moyen	Moyen	- Demander les périodes et les durées moyennes d'ouverture de la martelière au gestionnaire - Estimer les apports liquides (limite du bassin versant et mesures de débits) et en contaminants
	Nulle	Nul	Aucun	- Aucune
	Faible	Faible	Faible	- Demander plus d'information sur son fonctionnement (irrigation/drainage)
	Nulle	Nul	Aucun	Aucune
	Nulle	Nul	Aucun	- Aucune pour les émissaires sud arènes et sud-est - Demander plus d'information à M. Guillot X. pour Méjanès/Clapet du Rousty
	Faible à Bonne	Faible à Moyen	Faible à Moyen	- Estimer les apports liquides de la buse de rive droite et de la roubine de Mas Neuf 1 - Estimer les débits de Mas Neuf 2 (limite du bassin versant et mesures de débits) - Constater l'état de comblement de Mas Neuf 3 - Surveiller les zones d'échanges potentielles de Mas Neuf 4 et arranger la fuite en fin de roubine - Estimer les débits et les apports de contaminants de Mas Neuf 5 (limite du bassin versant et mesures de débits)
	Bonne	Faible	Faible	Estimer les débits et les apports en contaminants (limite du bassin versant et mesures de débits)
	Bonne	Moyen	Moyen	Estimer les débits et les apports de contaminants de Mas Neuf 5 (limite du bassin versant et mesures de débits)
	Faible à bonne	Faible	Faible	- Estimer les débits et les apports de contaminants de Notre Dame D'amour 1 et 2 (limite du bassin versant et mesures de débits) - Surveiller la zone d'échange potentielle de Notre Dame d'Amour 3
	Faible à moyenne	Faible	Faible	Estimer les débits et les apports de contaminants (mesures de débits)
	Bonne	Faible	Moyen	- Estimer les débits de la buse en rive gauche (limite du BV et mesures de débits) - Estimer les débits et les apports de contaminants de la roubine (limite du BV et mesures de débits)
	Bonne	Moyen	Moyen	Estimer les débits et les apports de contaminants (mesures de débits)
	Nulle	Nul	Aucun	Aucune
	Bonne	Faible	Faible	Estimer les débits et les apports de contaminants (mesures de débits)



#### 4.4. Conclusion partielle

Quels sont les constats de ce nouveau recensement ?

Tout d'abord, le nouvel état des lieux des ouvrages de la digue à la mer a permis de constater des manques et des pistes de réflexions nécessaires pour une bonne gestion future. La réhabilitation du pertuis de la Comtesse paraît inéluctable à cause de sa position géographique et de ses multiples intérêts, notamment à la vue des modélisations effectuées lors d'évènements climatiques extrêmes. En effet, l'entretien régulier du chenal et de l'ouvrage du pertuis du Rousty et la réhabilitation du pertuis de la Comtesse, sont des actions qui auront des effets bénéfiques lors de tel évènements. Leurs réhabilitations ne doivent pas être nécessairement vu à court terme, sinon il est certain que leurs fonctions et leurs utilités seront diminuées voir obsolètes. Mais leurs usages à moyen et long terme pour la protection des biens et des personnes, en parallèle des avancées du Plan Rhône, ne seront pas négligeables. De plus, géographiquement, les trois pertuis se trouvent dans des positions bien différentes pouvant éviter l'effet d'engorgement à la Fourcade et de pression exercé sur la digue à la mer et sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer. L'histoire nous rappelle toujours la marche à suivre dans ce cas. Certes les niveaux de la mer ont augmenté et la topographie du delta a été légèrement modifiée, mais lors d'un fort événement climatique les conditions permettent un écoulement important par le pertuis de la Comtesse. Il est donc important que le S.Y.M.A.D.R.E.M. et les acteurs de la C.E.D.E. soient unanime sur la réhabilitation du pertuis.

Pour les ouvrages et les émissaires déjà cartographiés, les préconisations vont dans le sens d'une gestion courante et à moyen terme plus consensuelle et plus organisée.

La gestion des émissaires au potentiel important du système Vaccarès ne sera viable et évolutive que lorsque les ASA seront représentées de manière assidus à la C.E.D.E., et que des discussions seront engagées et déboucheront sur des accords respectés. Le travail de réflexion sur la diminution progressive des rejets aux Vaccarès, équivalent à plus de 100 millions de m<sup>3</sup> par an, est un travail de longue haleine et jonché d'obstacles (réhabilitation des pompes au Rhône, augmentation des débits de pompages, augmentation des dépenses...) mais qui reste réalisable sur du moyen terme. Tous les parties doivent aller dans le même sens, en direction de solutions communes et efficaces. De nombreuses études ont déjà été réalisées pour le bassin de Fumemorte, des accord ont été passés pour l'exutoire de Roquemaure, il faudrait poursuivre ces prémices qui datent déjà de plusieurs années et éviter les

sempiternelles querelles et impasses du passé. Ces deux étapes semblent primordiales pour que la C.E.D.E avance dans de bonnes conditions. Dans les deux cas, les décisions et les démarches sont lourdes. Malgré tout, les résultats attendus pourront être bénéfique au système Vaccarès, à la protection des biens et des personnes, ainsi qu'aux différentes activités économiques de l'île de Camargue (protection de l'environnement, pêche, agriculture...).

Pour les émissaires nouvellement cartographiés, le résultat est très contrasté. Une petite partie d'entre eux ne sont pas ou plus fonctionnels (6 émissaires). Leur recensement était toutefois nécessaire afin d'avoir la confirmation et de ne plus se poser de question dans l'avenir.

La plupart des émissaires ont un potentiel faible (19) du à un colmatage progressif du chenal, une forte végétation ou la présence d'aménagement humain (buse). Mais 4 d'entre eux ont également un potentiel plus important. Ces roubines qui possèdent un potentiel d'écoulement faible ou moyen, diffèrent selon les superficies drainées et leurs caractéristiques physiques. Il ne faut pas donc pas négliger l'importance de nouvelles sorties terrain mais au contraire bien analyser les écoulements et l'utilisation des terrains drainés pour mieux connaître leurs évolutions et leurs influences sur les rejets au Vaccarès.

De plus, certaines roubines proches du Vaccarès (5) qui drainent des rizières et dont les protections sont basses peuvent aisément céder sous un « gros temps » et se mettre à fonctionner dans deux sens. Celles-ci sont également à surveiller pour constater l'évolution de leur état et anticiper leur dégradation.

La complexité de la topographie des berges du Vaccarès ne facilite pas la compréhension des écoulements de certaines propriétés. Les écoulements des canaux de la propriété des Frignants sont extrêmement complexes du fait du double fonctionnement de certains canaux. Pour des émissaires et des zones d'échanges potentiels trop proche du Vaccarès ou trop encombrés, comme sur le domaine de Mas Neuf, des sorties en bateaux s'avèrent nécessaires afin de lever les interrogations. Mais, il faut garder à l'esprit qu'en fonction du temps qui nous était imparti, nous n'avons pu faire qu'une seule période de recensement. Afin d'avoir des résultats plus précis (superficies drainées, débits et contaminants), trois autres sorties de terrain minimum seraient nécessaires durant les périodes automnale, hivernale et printanière. Les résultats pourraient être comparés à ceux contenus dans la « table » et le « document » de MapInfo et faire l'objet d'une nouvelle cartographie sur les bases de celle déjà réalisée.

Cet inventaire non exhaustif des émissaires met en avant toute la difficulté et la complexité de traiter sous forme d'un fonctionnement global le territoire jouxtant le Vaccarès. Le fonctionnement et la fonctionnalité des émissaires sont donc extrêmement complexes et influencés par plusieurs facteurs indépendants des uns des autres ou au contraire cumulés. La seule conclusion plausible est de constater qu'un nombre important de nouveaux émissaires ont été cartographiés, et qu'ils pourraient représenter visuellement et ponctuellement, pour cette période de l'année, l'équivalent du potentiel d'écoulement du Roquemaure sur une année, soit 15 millions de m<sup>3</sup>. Ce recensement devra donc être pris également en compte par les différents travaux scientifiques de modélisation. Le but ultime de ces travaux étant de servir au futur gestionnaire, ils doivent être les plus réalistes possibles. Cependant, le fonctionnement et la superficie drainée par les émissaires déjà cartographiés (Fumemorte, Roquemaure, Sigoulette, Rousty, Guinot) étant déjà difficile à quantifier, la tâche va s'avérer d'autant plus compliquée pour les émissaires récemment cartographiés. Le travail est colossal et peut prendre énormément de temps. Et, la question des échanges aléatoires roubine-Vaccarès demeure, avec des flux difficilement quantifiables et applicables lors d'une modélisation.

## **5) Quelles alternatives pour le système Vaccarès ?**

Dans l'objectif de faire avancer le travail de la Commission, l'idée de planifier la gestion des niveaux du Vaccarès par le jeu de vannes du pertuis de la Fourcade semble être réalisable. Mais une comparaison avec la gestion des principales lagunes méditerranéennes paraît être une première voie de réflexion intéressante.

### **5.1. Quelle gestion pour les étangs méditerranéens voisins ?**

Quatre lagunes ont été choisies pour cette comparaison. Elles possèdent leurs caractéristiques de fonctionnement propres, mais toutes ont été sélectionnées du fait de la présence de relation directe avec la mer, d'activités de pêche et d'apports d'eau douce du bassin versant (Tableau 8 p.57). Maintenant, si l'on compare les caractéristiques hydro-salines débouchant des gestions et de la morphologie des étangs méditerranéens français, à celles du système Vaccarès, plusieurs constats peuvent être mis en évidence.

Pour des étangs où la gestion des graus a toujours été libre, Thau et Berre, la profondeur des bassins est supérieure et les apports en eau douce du bassin versant sont 2 à 20 fois supérieurs à ceux du Vaccarès.

L'Étang de Thau est une baie lagunaire, appelé « Baie de la Conque » caractérisé par une faible profondeur. Avec des apports qui représentent l'équivalent de moins de 2/3 du volume de son bassin et 3 graus ouverts en permanence vers la mer, la salinité enregistrée montre de très faibles variations au cours de la période de surveillance enregistrée (mars 2001-mai 2004). Les valeurs se situent donc en général autour de 30, avec des maxima atteignant de justesse 40 l'été et qui redescendent vers 25 l'hiver.

L'étang de Berre est lui constitué de deux parties séparées par un haut fond : le grand étang, à l'ouest, et l'étang de Vaine, à l'est. Ce dernier représente environ 20 % de la surface totale, estimée à 155 km<sup>2</sup>. Profond de 6 mètres en moyenne (avec une profondeur maximale de 9,5 mètres), l'étang de Berre représente un volume d'eau estimé à 980 millions de m<sup>3</sup>. Il est alimenté en eau douce par deux grands bassins versants : le premier est naturel et le second est anthropique. Ainsi, il est le réceptacle naturel des eaux de l'Arc, de la Touloubre et de la Durançole mais également du canal usinier E.D.F de Saint-Chamas, drainant l'eau du Bassin Versant de la Durance. Enfin, il reçoit également des apports d'eau de mer, via le canal de Caronte, creusé à 9,5 mètres de profondeur entre Martigues et le golfe de Fos.

Grâce aux apports d'eau salée, à la fin du printemps, lorsque l'activité de la centrale ralentit, les apports en eau douce diminuent et la salinité de l'eau remonte. Celle-ci est à son maximum en été, en période de turbinage minimal. Les variations de salinité peuvent être donc être brutales dans certaines zones de l'étang, chutant de 25 à moins de 10 g/l. Ces variations peuvent nuire gravement à la biocénose et faire disparaître un certain nombre d'organismes sédentaires.

Pour les deux autres étangs, Bages-Sigean et Salses-Leucate, les caractéristiques sont proportionnellement plus intéressantes. Tous deux sont inférieurs en superficie, mais possèdent, ou possédaient il y a fort peu encore, des graus aménagés afin de pouvoir contrôler les échanges mer-lagunes.

La lagune de Salses-Leucate est formée de deux bassins, séparés par une ligne de hauts fonds d'environ un mètre sous le niveau de la mer (-1 m NGF). Le bassin Nord, ou bassin de Leucate est nettement plus petit que le bassin sud ou bassin de Salses. La profondeur moyenne du bassin de Leucate est de l'ordre de 1,1 m contre 2,1 m pour le bassin de Salses. Les profondeurs maximales des deux bassins diffèrent peu et se situent entre 3,2 et 3,7 m. Les communications de l'étang avec la mer sont assurées aujourd'hui par trois graus permanents, le Grau des Conchyliculteurs au Nord, le Grau de Port Leucate au milieu et le Grau Saint-Ange à Port Barcarès au sud. La situation s'est profondément modifiée au cours des 30 dernières années. Jusqu'en 1966, seul le Grau des Conchyliculteurs assurait la communication avec la mer, le Grau Saint-Ange était presque toujours colmaté et le Grau de Port Leucate n'existait pas encore. Les aménagements des 2 graus, et notamment leur gestion, n'ont pas été bénéfiques pour l'état physico-chimique, biologique et topographique de l'étang. Les apports d'eau douce karstique presque constant et représentant 3 fois le volume de l'étang à la cote 0 m NGF, couplé à l'ouverture des 2 graus durant des périodes bien définies de l'année nous donne une lagune dont les variations de salinité sont relativement stables. Les périodes de relevés étant faibles, les analyses ne peuvent pas donner de résultats très poussés. Les uniques informations de salinité, de mai 2002 à juillet 2004, montrent une légère augmentation des valeurs en été jusqu'à 40 (été 2003) et des baisses hivernales qui vont très rarement en dessous des 25. Sur cette la période, la plage de variation est donc faible avec une tendance à la stabilisation aux alentours de 30.

Tableau 8 : Comparaison des caractéristiques morphologiques et hydro-salines des étangs Méditerranéens

	Superficie du bassin Versant (ha)	Surface de l'étang (ha)	Volume de l'étang (millions m <sup>3</sup> )	Crâu permanent	Salinité	Apports en eau douce (millions m <sup>3</sup> /an en moyenne)	Activités
Système Vaccarès	78000	11000	108	3 graus aménagés (1 fonctionnel permanent)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impériaux : pic haut en été (&gt;50) et pic bas en hiver (14-16) ;</li> <li>Lion/Dame : pic haut en été (36-38) et pic bas en hiver (12-17) ;</li> <li>Vaccarès : stabilisation des niveaux vers 12-14 toute l'année.</li> </ul>	100	pêche
Etang de Berre	94854	15605	980	1 grau non aménagés	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 à 25 (en surface)</li> <li>20 à 36 (en profondeur)</li> </ul>	Apports nul en été et fort le reste de l'année : <ul style="list-style-type: none"> <li>Au plus faible : 2369,5</li> <li>Au plus fort : 2579,5</li> </ul>	pêche, hydroélectricité, activité touristique
Etang de Thau	35000	7500	340	3 graus non aménagés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabilité : 27 à 40</li> <li>Valeur interannuelle moyenne : 35</li> <li>juillet-janvier : + salé que la mer</li> <li>février à juin : - salé que la mer</li> </ul>	200	pêche, ostréiculture, conchyliculture, activité touristique
Etang de Bages-Sigean	44300	3800	49	1 Via le canal portuaire de Port la Nouvelle (barrage à vanne démantelé en partie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabilité : 15 à 40</li> <li>Valeur interannuelle moyenne : 30</li> <li>Augmentation estivale/baisse hivernale : presque nulle</li> <li>Gradient de salinité du nord au sud</li> </ul>	54	pêche, activité touristique
Etang de Salses-Leucates	16000	5400	65	3 graus aménagés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabilité : 27 à 41</li> <li>Valeur interannuelle moyenne : 30</li> <li>Augmentation estivale/baisse hivernale effective.</li> </ul>	220 (apports karstiques)	pêche, conchyliculture, pisciculture, activité touristique

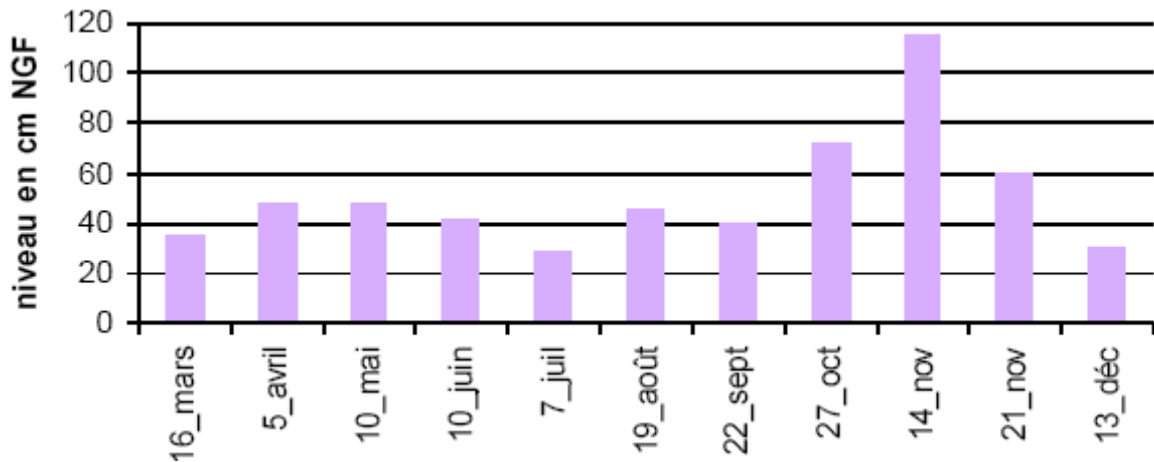
Sur l'étang de Bages-Sigean, la situation est différente, mais avec des résultats sensiblement identiques. Il y a encore 3 ans, la lagune était gérée par un pertuis au niveau du canal de Port la Nouvelle. Une telle lagune reçoit de son bassin versant, en moyenne, légèrement plus que son volume (54 contre 49). Toutefois, la salinité montre une relative stabilité pour les années 2000 à 2004 avec une valeur interannuelle moyenne de l'ordre de 30. Les valeurs, à cette époque, descendaient rarement en dessous de 10 et dépassaient rarement la salinité de la mer (environ 37). L'évolution typique de la salinité pour ce genre de milieu, c'est-à-dire une augmentation estivale et une baisse hivernale ne s'observaient presque pas sur l'étang de Bages-Sigean, en revanche, quelques baisses rapides étaient les résultats de fortes pluies qui s'abattent parfois dans la région. Depuis 2004, l'ouverture partielle du barrage à vannes du grau, frein important des échanges mer-étang, a permis d'améliorer le fonctionnement hydraulique de l'étang.

Les résultats de cette comparaison entre les plus grandes lagunes Méditerranéenne française montrent la complexité des gestions hydrauliques mises en place et leurs fonctionnements. Tout va dépendre de la quantité et des périodes d'apport d'eau douce du bassin versant, sachant que les niveaux de la mer seront quoi qu'il en soit supérieur en période estivale. Si les apports sont extrêmement importants durant une période de plusieurs mois, les salinités seront extrêmement faibles avec un pic maximum qui ne sera pas celui que l'on doit observer pour une lagune. C'est le cas de l'étang de Berre. A l'inverse, si les apports du bassin versant sont plus faibles que le volume des étangs, avec des périodes similaires à des régimes de cours d'eau de type méditerranéen, les lagunes auront des salinités plus ou moins stables tout au long de l'année, et les seules variations seront engendrées par de fortes précipitations ou des sécheresses prononcées, comme pour l'étang de Thau.

Pour les étangs qui ont une gestion hydraulique de leur(s) grau(s), les résultats ne sont pas plus probants à l'heure actuelle. Pour l'étang de Salses-Leucate, les portes qui gèrent 2 des 3 graus ont totalement modifié les caractéristiques hydro-salines de la lagune, en augmentant les salinités de 12 - 30 à 27 - 41. Aujourd'hui, la salinité se trouve plus ou moins stable vers 30, avec une légère variation saisonnière. Le meilleur exemple de comparaison avec le système Vaccarès serait encore l'étang de Bages-Sigean. Les apports sont égaux au volume de l'étang et le grau de Port la Nouvelle est composé d'un pertuis. Autrefois géré par ce barrage à vannes, son démantèlement partiel permet semble-t-il de retrouver progressivement une variation saline propre à une lagune (40 en été et 15 en hiver). Une variation saline qui se

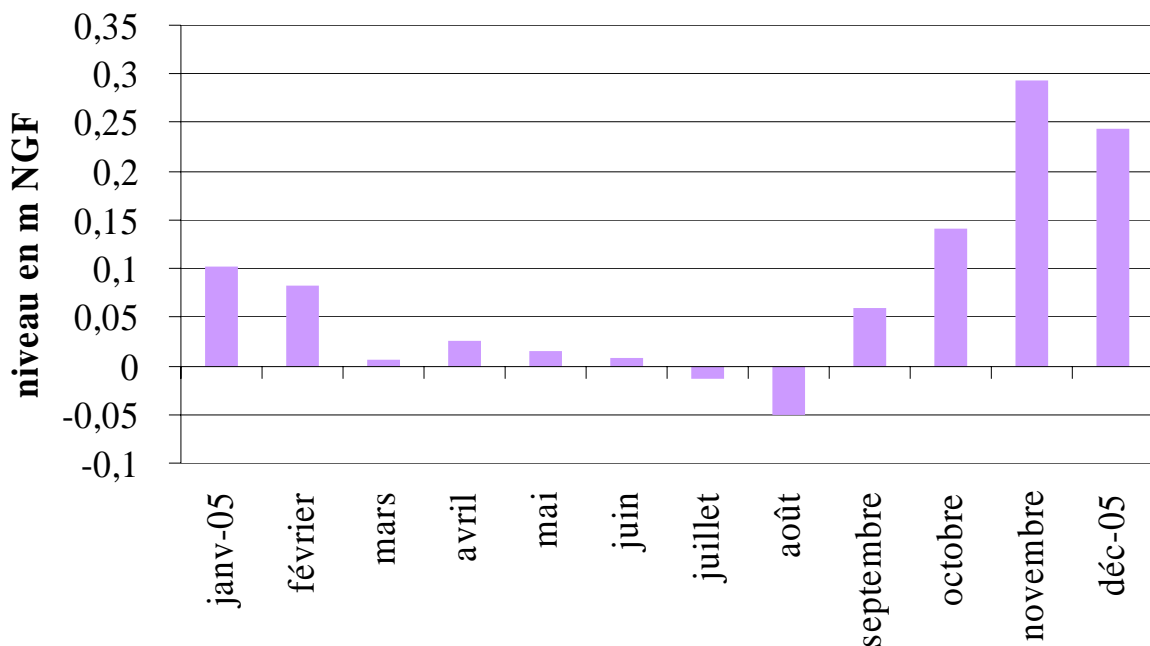
conjugue, comme pour les deux autres étangs non aménagés à des variations de niveaux plus importantes. Les niveaux de base sont donc plus élevés et incontrôlables lors d'évènements climatiques extrêmes. Lorsque l'on sait que l'objectif principal du pertuis de la Fourcade est de protéger les biens et les personnes vivant dans l'île de Camargue, le constat est sans appel (Figure 2 et 3 p.59).

Figure 2 : Variations des niveaux de l'étang de Bages-Sigean à Peyriac en 2005



Source et réalisation : Parc Naturel Régional de la Narbonnaise en Méditerranée

Figure 3 : Variations des niveaux de l'étang de l'Impérial à la Fourcade en 2005



Source et réalisation : Réserve Nationale de Camargue et O. Pelegrin



Afin d'avoir une comparaison plus poussée, il aurait fallu que les gestionnaires de ces espaces puissent me recevoir, ce qui ne leur a pas été possible. Au final, lorsque l'on compare les différents résultats, il est possible d'affirmer que la gestion actuelle effectuée sur le système Vaccarès est efficace. Les variations de salinités, notamment pour les « étangs inférieurs » correspondent aux caractéristiques des milieux palustres méditerranéen ; alors que le Vaccarès, diminué en partie de l'alimentation des compartiments inférieurs durant la période estivale, stabilise sa salinité du fait des apports d'eau douce du bassin versant. De plus, les niveaux des étangs peuvent être contrôlés tant bien que mal lors de forts épisodes pluvieux.

La meilleure action qui pourrait être envisagée pour le Vaccarès, et qui est engagée également sur les autres lagunes notamment pour des soucis d'eutrophisation, serait de diminuer les flux liquides provenant des terres anthropisées du bassin versant et non de rendre libre les écoulements au pertuis de la Fourcade. Une diminution importante des apports d'écoulement durant toute l'année mais surtout durant la période rizicole, et l'aboutissement de la poldérisation du bassin du Fumemorte, permettrait d'augmenter la variation de salinité du Vaccarès de façon acceptable, et ainsi de diminuer le gradient de salinité nord/sud.

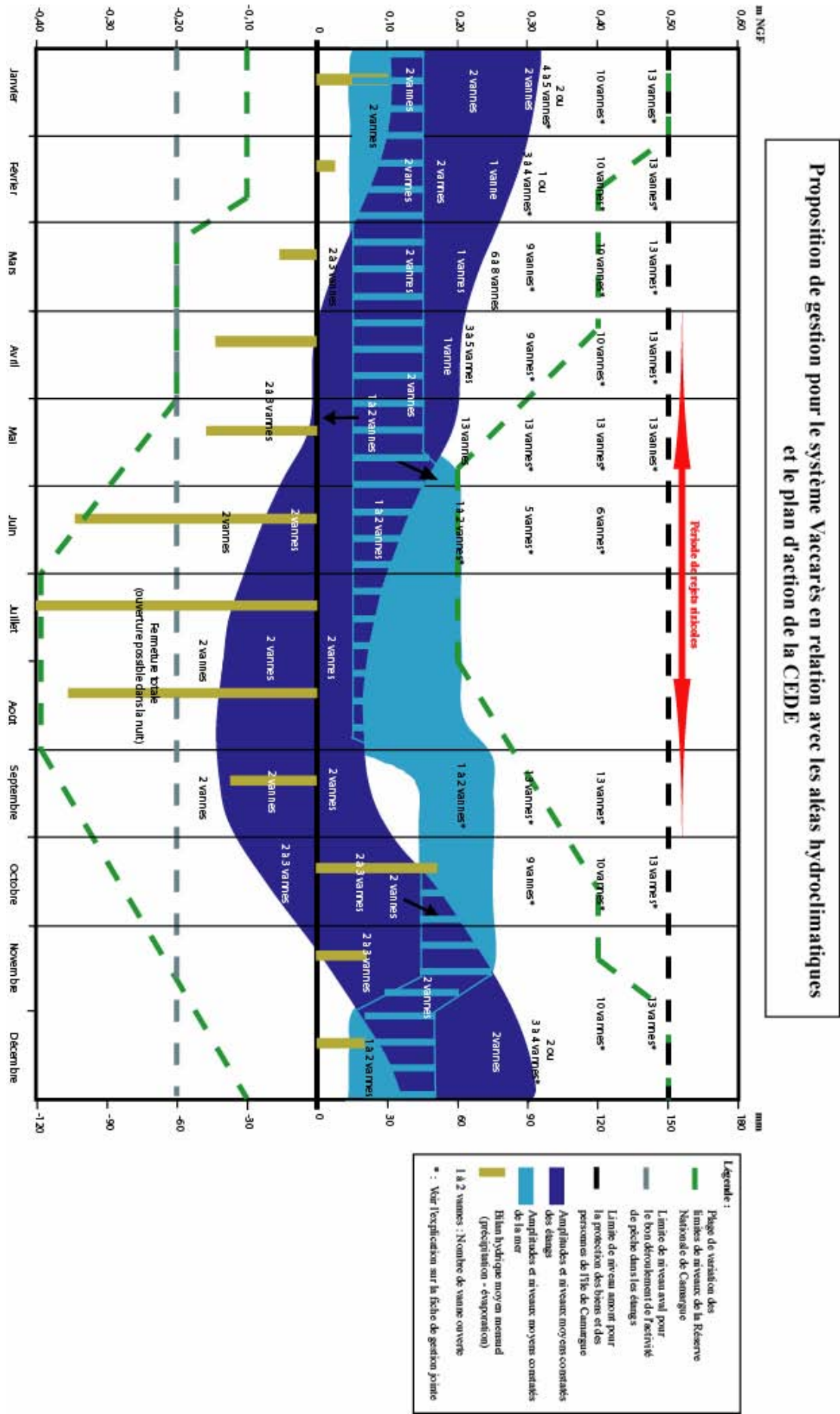
## **5.2. Une proposition de gestion est-elle envisageable?**

La comparaison avec les autres lagunes méditerranéennes françaises confirme l'influence néfaste des rejets d'eau douce mais également d'une gestion des graus. Les gestionnaires de lagunes qui avaient décidé de contrôler les flux mer-étang, il y a quelques décennies, dans un but d'une gestion des niveaux contrôlés et simplifiés, ont transformé ces espaces aquatiques aux caractéristiques lagunaires en étendue lacustre de milieu méditerranéen. Mais, cette comparaison confirme également l'importance de la gestion actuelle du pertuis de la Fourcade tant que les questions de poldérisation ne seront pas réglées. Ainsi, une proposition de gestion plus planifiée peut être envisageable pour le système hydro-salin du Vaccarès. Dans le cadre de cette perspective, il faut bien évidemment tenir compte du contexte économique, social et environnemental actuel. Il est nécessaire d'avoir les données hydro-climatiques suffisantes (bilan hydrique mensuel, niveau d'eau moyen des étangs, niveau d'eau moyen de la mer, débit des vannes à la Fourcade en fonction des niveaux vu précédemment) mais également d'introduire une estimation aussi proche que possible de la réalité au sujet des rejets provenant du bassin versant. Une fois toutes les données réunies, il a fallu les comparer et les assembler afin de définir une gestion des ouvertures de vannes les plus proches de la réalité.

Cette perspective ne prend pas en compte les effets du vent, car ils sont imprévisibles, impossibles à quantifier et donc impossibles à intégrer dans ce travail. Toutefois, les conséquences du vent sont à mettre en parallèle à cette étude. Sur les lagunes méditerranéennes, il est la principale cause de circulation de l'eau au sein du système, notamment entre le système et la mer lorsque les niveaux sont équilibrés. Des études ont démontré que l'intensité et la fréquence des coups de vent de secteur Nord interviennent dans la possibilité d'évacuation des eaux vers la mer. En effet, ces derniers provoquent un basculement du plan d'eau des étangs du Nord vers le Sud tout en abaissant le niveau marin près de la côte. Ce phénomène crée un gradient hydraulique favorable à la sortie des eaux par le pertuis de la Fourcade (Colloque W.A.T.M.E.D, 2005). Sans oublier que ces forts coups de vent, mistral ou vent du sud, peuvent provoquer des transferts de masses générant des variations de niveaux brutales dans les étangs pouvant atteindre plusieurs mètres. Il faut tenir compte de ces remarques en se servant de cette étude.

A partir de toutes ces informations, il a été possible de réaliser une gestion des niveaux en situation « normale » sous forme d'un tableau retranscrit ensuite à l'aide d'un schéma (Annexe 14 et Schéma 2 p.62). Pour chaque mois, une plage de variation moyenne des niveaux marins et palustres constatés a été délimité. Le premier constat serait de dire que la gestion des niveaux des étangs est de plus en plus délicate du fait de niveaux marins en constante augmentation. Actuellement, les plages temporelles qui permettent d'évacuer l'eau des étangs en direction de la mer, de manière sûre, se produisent durant les mois de décembre, janvier, février, voire en dernier recours en mars. Les mois d'avril et de novembre sont des périodes incertaines avec des niveaux qui s'équilibrent approximativement, alors que des mois de mai à octobre, les niveaux de la mer sont en règle général supérieurs. Les marges de manoeuvres sont donc faibles, car s'ajoute un bilan hydrique des étangs dont les périodes négatives concordent avec des niveaux marins supérieurs. En effet, le bilan hydrique positif est visible d'octobre à février puis il repasse négatif de mars à septembre. En d'autre terme, les seules périodes où les niveaux peuvent être régulés se concentrent durant les mois d'hiver. D'avril à octobre, la gestion des niveaux est dépendante du climat et d'une baisse exceptionnelle des niveaux marins sous les niveaux palustres.

De manière générale, si les niveaux restent dans la plage de variations moyennes, les manoeuvres de vannes vont se cantonner à l'ouverture de 2 vannes en général, parfois une lorsque les niveaux se rapprochent des niveaux maximums moyens et plutôt 3 lors des niveaux minimums moyens.



Quelque soit le niveau moyen de la mer par rapport au niveau de l'étang, il ne perdra ou ne gagnera que quelques centimètres, cumulé au déficit hydrique du moment les variations ne seront pas d'une grande dangerosité pour les activités, la salinité et la protection des biens et des personnes.

Pour les niveaux dépassant cette plage de valeurs dans une limite de + 10 centimètres, deux gestions sont possibles.

Lorsque les niveaux sont supérieurs à la plage de valeur moyenne mais que le niveau marin est inférieur, hors période rizicole (fin novembre à début avril), la baisse peut être gérée de manière volontaire selon les intentions des gestionnaires et le ressuyage des terres. En règle générale, durant les mois de décembre et janvier, si les précipitations des mois précédents sont comprises dans les moyennes annuelles, il est préférable de laisser ouvert 1 ou 2 vannes pour conserver l'eau douce. Début février, si les niveaux restent stables à la cote + 0,30 m NGF, l'ouverture de 3 à 4 vannes pourrait permettre de baisser la cote de 6 centimètre afin de se retrouver début mars aux alentours de + 0,25 m NGF. Maintenant, durant le mois de mars, si les niveaux se situent au-delà du niveau + 0,25 m NGF, il est préférable d'ouvrir 6 à 8 vannes pour revenir à un niveau convenable en prévision des importants apports d'écoulements d'avril et mai. On ouvre ainsi progressivement les vannes de décembre à mars afin de conserver un niveau des étangs qui ne soient pas trop bas en prévision de la période estivale, tout en étant conscient qu'il est nécessaire d'être à un niveau maximum de + 0,20 début avril pour encaisser les écoulements du bassin versant. Début mai, lors des périodes de traitements des rizières et d'apports importants, si les niveaux ne sont pas inférieurs à la cote + 0,20, il devient alors nécessaire d'ouvrir un maximum de vannes pour parvenir à la cote + 0,15 le plus rapidement possible. Cette période de transition entre le mois d'avril et le mois de mai est toujours la plus délicate à gérer, avec des niveaux acceptables en avril qui peuvent vite devenir inquiétant voire dangereux en mai. Il convient donc de conserver la plus grande prudence à partir de la fin du mois de mars pour ne pas se retrouver dans une situation délicate en mai. Toutefois, avoir des niveaux de cet acabit peut être très avantageux pour la gestion halieutique. Une ouverture de 5 à 6 vannes durant une période de 5 jours minimums favorisent le recrutement piscicole en contrepartie d'une baisse minime des niveaux.

A l'inverse, lorsque les niveaux dépassent la plage des valeurs moyennes, mais qu'ils sont dans tous les cas inférieurs au niveau marin, la gestion est passive, avec l'ouverture de 1 à 2 vannes. Dans ce cas de figure, il n'y a aucune possibilité de contrôler la baisse, il suffit donc de laisser l'évaporation agir. Toutefois, durant le mois de septembre et d'octobre, date de

vidange définitive des rizières, lors de fort coup de vent de nord et de basculement des étangs, il faut être très réactif afin d'ouvrir un maximum de vannes, pour permettre l'évacuation d'un important volume d'eau des étangs tout en limitant l'entrée d'eau de mer.

Pour des niveaux compris dans une marge de - 10 cm à la plage de niveau moyen des étangs, l'ouverture de 2 vannes semble un bon compromis. Pour les niveaux bas aucune gestion ne peut être préconisée. Il est nécessaire de laisser au moins une vanne ouverte pour permettre une bonne gestion halieutique. Le choix de laisser une ou deux vannes va dépendre de l'état initial de la salinité des étangs. Si, elle est comprise dans les moyennes annuelles, il n'y a aucune inquiétude à ouvrir 2 vannes; toutefois si la salinité apparaît comme trop importante, il s'agira de baisser à 1 vanne pour diminuer son augmentation jusqu'à sa stabilisation au mois d'octobre.

Au sujet des niveaux limites, deux cas de figure se présentent également pour les niveaux limites maximums (Annexe 14 et schéma 2 p.62).

Pour des niveaux maximums supérieurs de + 10 à + 20 centimètres, hors périodes rizicoles, il sera nécessaire d'ouvrir environ 9 à 10 vannes, durant des laps de temps de 15 à 20 jours, afin de revenir à un niveau acceptable. Le fait de vouloir descendre le plus rapidement possible à un niveau tolérable permet de conserver une petite marge de manoeuvre en cas d'évènement climatique inattendu (orage, vent...).

Au delà de 20 centimètres, la situation devenant critique, il est nécessaire d'ouvrir les 13 vannes du pertuis, jusqu'à ce que les niveaux redeviennent sans danger pour les personnes vivant dans l'île de Camargue.

Enfin, lors de niveaux supérieur à + 10 m NGF durant la période rizicole, il est préférable de conserver les 13 vannes du pertuis ouvertes jusqu'à ce que les niveaux soient redevenus corrects. Les situations les plus délicates et les plus frustrantes pour un gestionnaire se produisent lorsque les niveaux minimums estivaux sont inférieurs à la cote - 0,20 m NGF. Dans tous les cas de figure, le niveau des étangs va continuer de baisser, par évaporation ou ouverture du grau durant la nuit pour la gestion halieutique, sans qu'aucune manoeuvre ne puissent être réalisés. L'ouverture du pertuis durant la nuit pour favoriser le recrutement halieutique laissera entrer de l'eau de mer dans les étangs mais sans aucune conséquence importante. Dans cette situation, seul l'activité de pêche pourrait alors être touchée et cessée jusqu'aux premiers orages et gros écoulements du mois de septembre et octobre.

### **5.3. Conclusion partielle.**

Que peut-on tirer comme enseignements ces nouvelles réflexions ?

Tout d'abord, le système Vaccarès possède une gestion complexe, efficace mais qui pourrait être encore améliorée. Lorsque l'on regarde les autres lagunes méditerranéennes françaises prisent à titre comparatif, la gestion des graus est libre mais les apports du bassin versants sont d'autant plus importants du fait du développement urbain, industriel ou de loisirs. Le fait que de telles activités n'étant, fort heureusement, pas présentes, du moins dans de telles proportions, sur les berges du Vaccarès permet de penser qu'il n'est pas nécessaire et réalisable de redonner au pertuis de la Fourcade un écoulement totalement naturel actuellement. Les variations de salinité, toutefois correctes, sur les autres étangs seraient complètement inappropriées et inconcevables pour le bon fonctionnement des activités économiques actuelles si les apports du bassin versant venaient à être fortement diminués. En attendant de trouver des solutions aux problématiques historiques et récurrentes des apports du bassin versant, par la poldérisation des bassins de Roquemaure et de Fumemorte et des conventions pour le respect des fermetures de martelières et de barrages, il est donc préférable de rester sur la gestion actuelle préconisée par la C.E.D.E et éventuellement de la renforcer.

Lorsque l'on analyse cette perspective de gestion, on constate que les manoeuvres de vannes préconisées pour une plage de niveaux moyens des étangs correspondent aux propositions faites par la C.E.D.E dans le table Excel « ouvertures de vannes » réalisée et mise à jour régulièrement par les membres de la C.E.D.E faisant partie du P.N.R.C, sur les indications de M.Liaboeuf G.(technicien des Saintes-Maries-de-la-Mer). Cette base de comparaison m'a permis de réaliser mon étude tout en sachant que mes calculs globaux étaient corrects et donnaient des résultats encourageants. La réalisation du schéma, en complément des tableaux, va permettre de rendre les résultats beaucoup plus clairs et parlants pour les personnes participants à la Commission. De plus, les tableaux et le schéma étant réalisés sur Excel et Adobe Illustrator, des compléments pourront toujours être intégrés ou modifiés selon les avancées et les modifications des apports et/ou des variations du système hydro-salin.

## **Conclusion**

La création de la Commission Exécutive De l'Eau a été le point de départ d'une gestion construite et raisonnée de l'eau dans l'île de Camargue. Le fait de réunir la plupart des acteurs socioprofessionnels liés à l'eau a permis de leur faire prendre conscience progressivement de la nécessité d'instaurer un dialogue constructif et pérenne. La commission bien qu'encore récente et le fait d'analyser ses fonctions et son fonctionnement, venant d'un contexte extérieur complètement différent, m'ont permis de constater des lacunes.

Durant les 5 premières années, la situation n'a guère évolué au sein de la Commission. Des décisions ont été prises sur la gestion des niveaux, notamment pour la resalinisation de étangs, mais bon nombre de questions sont restées sans réponses.

Des années 2002-2003 à aujourd'hui, l'évolution de la réflexion au sujet des apports d'eau douce, venant des bassins versants limitrophes du Vaccarès, a considérablement changé les orientations de la C.E.D.E. La volonté de définir, de cartographier et de limiter ces apports constituent un fondement de la Commission, car elle touche à la fois le problème des niveaux hydro-salins des étangs, de la sécurité de biens et des personnes, mais également les problématiques récentes et actuelle de la D.C.E sur la qualité des eaux.

Néanmoins, ces résultats n'ont été visibles que par une analyse des avancées de la Commission. Une base de donnée bibliographique simple et opérationnelle sur les principaux thèmes de la Commission devait être amorcée. Le recensement des principales études pouvant servir à répondre aux attentes des différents acteurs de la Commission est le premier des trois piliers permettant de constituer une fondation pérenne. Cette base étant en partie réalisée, les gestionnaires de la C.E.D.E peuvent maintenant étoffer et mettre à jour régulièrement les recherches permettant de répondre efficacement aux diverses problématiques et questionnement des participants. Des recherches dont les avancées et les résultats doivent faire l'objet de suivis réguliers et de compte rendu archivés, au sein des réunions de la C.E.D.E, afin de permettre la mise à jour des bases de données.

Les deux constats précédents permet d'aboutir à la conclusion qu'une cartographie des émissaires au Vaccarès, ouvrage de la digue à la mer compris, n'avait pas été réalisé. Les bases de l'état des connaissances étant connues, il a fallu réaliser un état des lieux avec des informations les plus complètes possibles. C'est ainsi, qu'une cartographie détaillée des émissaires et des ouvrages de gestion du système Vaccarès, avec des fiches ouvrages a été effectuée. Le constat de 32 nouveaux émissaires semble probant, avec une estimation des potentiels d'écoulements et des travaux qu'il reste à déterminer lors de nouvelles sorties

terrain. La cartographie informatique permet d'avoir une base de départ pour toutes les mises à jour éventuelles alors que le format papier permet d'avoir un atlas de terrain précis. Cet état des lieux constitue donc le deuxième pilier de la fondation.

Enfin, le troisième est de proposer une perspective de gestion émanant des différents apports qui permet à la Commission d'aujourd'hui de prendre des décisions sur les manoeuvres de vannes pour les mois à venir. L'échec de l'adaptation d'une gestion différente analysés sur d'autres lagunes méditerranéennes françaises m'a poussé à réaliser une perspective de gestion plus planifiée qui semble plausible et fonctionnelle. Les bases théoriques d'une gestion planifiée est donc posées et sera proposées prochainement aux acteurs de la Commission. Cependant, il ne faut pas négliger les actions les plus importantes à réaliser pour une meilleure gestion du système Vaccarès. Les problématiques très anciennes, de la poldérisation du bassin de Fumemorte notamment aux rejets d'eau douce au Vaccarès, doivent être étudiées plus attentivement avec une collaboration plus assidue des gestionnaires d'ASA et des agriculteurs. Car, si des conventions et des accords existent déjà entre certaines ASA et la Mairie d'Arles, il faut dans un premier temps consulter et sensibiliser les gestionnaires, puis il faut trouver des solutions à des problèmes économiques, qui demeurent entiers depuis plusieurs décennies,.

La redéfinition des bases de la Commission Exécutive De l'Eau, ayant pour objectif de la rendre plus efficace, était complexe. Cependant, la Commission pourra évoluer de manière efficace dans la continuité des travaux et des efforts de consensus déjà effectués, ainsi que par la réalisation des objectifs annuels du plan d'action.



## **Bibliographie**

- ALLARD P., BARDIN O., BARTHELEMY C., PAILHES S., PICON B., 2001. “*Eaux, Poissons et pouvoirs. Un siècle de gestion des échanges mer-lagune en Camargue*”, Natures, Sciences, Sociétés, Volume.9, n°1, pp : 5-18.
- ARFIB B., CHIRON S., COMORETTO L., TALVA R., 2004, « *Diagnostic d'un bassin versant agricole : écoulement, transfert et pollution - Cas de la riziculture Camarguaise* », Rapport Université de Provence, avec la participation de P. Chauvelon et M. Pichaud (Fondation Sansouire), 70 pages.
- AZNAR J-C., DERVIEUX A., PICON B., 2000, « *Projet n°68 : Les enjeux de la gestion hydraulique dans le delta du Rhône, Pour une formalisation des interactions entre dynamiques sociales et écologiques. Une approche préalable à la mise en place d'une gestion intégrée* », Rapport final, PNRZH (programme national de recherche sur les zones humides), DESMID, Coordinateur B. PICON, 75 pages.+annexes
- BALLAND P., LEFROU C., CONRUYT M., 1999, « *Rapport sur la gestion de l'eau en Camargue* », Mission d'inspection spécialisée de l'environnement, Conseil général des Ponts et Chaussées, pp : 16-34
- BARDIN O., 1994, « *Ichtyologie : Facteurs régulant les échanges piscicoles entre la mer et les étangs centraux de Camargue* », DEA, Univ.Aix-Marseille III, 40 pages + annexes
- BARDIN Olivier, E.I.D, 2002, « *Dynamique des peuplements piscicoles colonisant les milieux estuariens et lagunaires du delta du Rhône. Etude de 2 cas : le domaine de La Palissade et le pertuis de la Fourcade* », Thèse de doctorat : biologie des populations-écologie, Université d'Aix-Marseille 3, 195 pages
- BARDIN O. et PONT D., 2002, « *Environmental factors controlling the spring immigration of two estuarine fishes *Atherina boyeri* and *Pomatoschistus spp.** », Journal of Fish Biology 61,pp.:560-578
- BARRAL M., 2001, « *Etude préliminaire à la mise en place d'un tableau de bord anguille sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse* », Campagne d'étude 2000. MRM, Fiche signalétiques des différents obstacles expertisés, 86 pages + annexes
- BARRAL, M. & SOURRIBES V-C, 2006, « *Rapport d'activités 2001-05 du Pôle-relais Lagunes Méditerranéennes* », Station biologique de la Tour du Valat, Annexe 1
- BRL, 2004, « *Etude hydraulique et hydrobiologique des canaux de Camargue* », Volume 1, 52 pages+annexes
- BRL, 2004, « *Etude hydraulique et hydrobiologique des canaux de Camargue* », Volume 2, 38 pages+annexes
- CHAUVELON P., 1996, « *Hydrologie quantitative d'une zone humide méditerranéenne aménagée : le bassin de Fumemorte en Grande Camargue, delta du Rhône* ». Thèse de doctorat, Université Montpellier II, 275 pages

CHAUVELON P., TOURNOUD M.G., SANDOZ A., BERCEAUX A., HEURTEAUX V., 2001, « *Modélisation du fonctionnement hydrologique d'un hydrosystème côtier méditerranéen fortement anthropisé : l'île de Camargue* », In « hydrologie des régions méditerranéennes », Programme Hydrologique International, UNESCO, PHI-V/ Documents techniques en hydrologie / 51, pp : 217-224

CHAUVELON P., SANDOZ P., PICHAUD M., 2005, « *Impact de la gestion de l'eau et des inondations sur les bilans de sels et de sédiments dans l'hydrosystème central du delta du Rhône* », WATMED 2, colloque de Marrakech 14-17 novembre 2005, Université Cadi Ayyad Marrakech et Université Hassan 1 Settat (MAR), 9 pages.

CHAUVELON P., MATHEVET R., 2003, « *Carrefour des eaux à l'interface nature – société : l'hydrosystème camarguais* ». Faire Savoirs n°2, pp : 57-64

CHEVERRY C., BOURRIE G., 1998, « *la salinisation des sols* » In « Sol interface fragile » (eds P.Stengel & S. Gelin), Coll. Mieux comprendre, INRA Ed., Paris., pp : 109-129.

CONDOM N., 2000, « *Analyse et modélisation couplée des processus hydro-géochimiques de la salinisation des sols. Application aux sols rizicoles irrigués de l'Office du Niger (Mali)* », École Nationale Agronomique de Montpellier, Formation doctorale de Science du Sol, École Doctorale de Biologie Intégrative, 216 pages

CRIVELLI AJ, AUPHAN N, CONTOURNET P., MENELLA J-Y, 2005, « *Etude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès* », Rapport 2004, Plan MRM, 20 pages

CRIVELLI AJ, AUPHAN N, CONTOURNET P., MENELLA J-Y, 2006, « *Etude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès* », Rapport 2005, Plan MRM, 20 pages

CRIVELLI AJ, AUPHAN N, CONTOURNET P., MENELLA J-Y, 2006, « *Etude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès* », Rapport 2005, Plan MRM, 20 pages

CRIVELLI AJ., AUPHAN N., CONTOURNET P., LEBEL I., (en cours), « *Le recrutement des civelles en Camargue et leur devenir dans les étangs du Vaccarès* », Plan MRM, Résultats 2006

DAY J., PONT D. et al., 1995, « *Impacts of Sea-Level Rise on Deltas in the Gulf of Mexico and the Mediterranean: The importance of pulsing events to sustainability.* » Estuaries 18 (4) pp : 636-647.

DDAF (Service d'Arles), 1994, « *Schéma d'étude d'une poldérisation du bassin. Création d'une station de pompage au Rhône et rattachement du réseau d'assainissement à celle-ci* », Assainissement de la Camargue, ASA du bassin de Fumemorte, 24 pages + annexes

DE MONTETY V., (en cours), Thèse de doctorat, Laboratoire d'hydrogéologie de l'Université d'Avignon / Région PACA/ ORE-RESYST

DIULIUS D., 2001, « *Diagnostic hydraulique et hydrobiologique du réseau d'assainissement de Camargue. Propositions d'aménagement du réseau. Etude particulière de la poldérisation du bassin de Fumemorte* », Rapport de stage, Université Montpellier II, Institut des sciences de l'ingénieur de Montpellier, Département des sciences et technologie de l'eau, 101 pages

Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes 150, 2001, « *Gestion de l'eau et mise en valeur de l'île de Camargue* », Promotion 150, Rapport d'Activité Thématique Programmée, 106 pages + annexes

EDATER, 2006, « *Etude diagnostique et projet de prospective économique en Camargue.* », Rapport final pour le PNRC, Arles, 72 pages

FERRER A., 1996, « *Activités humaines et gestion de l'eau. Conséquences sur le fonctionnement d'une zone humide : la Camargue* », DESS Espaces et Milieux, Université de Paris 7, 99 pages + annexes

GELIN A., CRIVELLI A.J., ROSECCHI E., KERAMBRUN P., 2001, « *Can salinity changes affect reproductive success in the Brown shrimp Crangon crangon?* », « *Les changements de salinité peuvent-ils affecter le succès reproducteur de la crevette brune Crangon crangon* », Journal Crustacean Biology, volume 21 (4), pp 905-911.

HEURTEAUX P., 1994, « *Essai de quantification des termes du bilan hydrique des étangs du système Vaccarès (Camargue, France)* », Annales de limnologie 30, pp : 131-134

LEFEBVRE F., SERGENT E., ACOU A., LECOMTE-FINIGER R., CRIVELLI A.J., 2003, « *Recrutement des civelles (Anguilla anguilla) sur la côte méditerranéenne française : analyse comparée des caractéristiques biométriques et pigmentaires des saisons 1974-1975 et 2000-2001* », Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 368, pp : 85-96

MARINOS P., 1969. « *Etudes hydrogéologiques en Camargue (volume II)* », Thèse de Doctorat, Université de Grenoble, Grenoble, 139 pages

MATHEVET R., MAUCHAMP A., GRILLAS P., 2002, « *Multi-usage et conservation des zones humides ou quel développement durable pour la Camargue ?* », Faire-Savoirs n°2, pp :33-39.

MATHEVET R., MOURET J.-C., MESLEARD F., 2002. « *Du mondial au local : originalité et dépendance de la riziculture camarguaise.* », Faire savoir n°2, Dossier Camargue, pp :49-56.

MOQUET A., 2003, « *Apports de la télédétection pour la cartographie d'habitats terrestres en zones humides méditerranéennes* », mémoire de fin d'étude pour le titre d'ingénieur agronome (ENSAIA), Nancy, programme EON 2000 (Earth Observation for natura 2000), 51 pages.

PAMPOULIE C., 1999, « *Conséquences d'une arrivée massive d'eau douce sur la communauté de gobies (téléostéens, poissons) d'une lagune méditerranéenne : l'exemple de l'étang du Vaccarès (Camargue, France)* », Thèse, Un. Montpellier II, 241pages + annexes

PICON B., ALLARD P., 2004, « *Gestion du risque inondation et changement social dans le delta du Rhône : les catastrophes de 1856 et 1993-1994* », DESMID-CNRS, Dynamique écologique et sociale en milieu deltaïque EA 3293 Université de la Méditerranée, 122 pages

P.N.R.C., 1999, « *Usages de l'eau et équipements hydrauliques en Camargue* », Courrier du Parc n°48/49, Atelier graphique bdd, Nîmes, 83 pages.

P.N.R.C., 1999, Occupation du sol sur le territoire du PNRC de 1996 ; comparaison avec 1991 et 1970, 4 pages

P.N.R.Z.H, 2003, « Les zones humides et l'eau », cahier thématique, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, pp : 44-52

P.N.R.Z.H, 2005, « Caractérisation des zones humides », cahier thématique, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, pp : 49-53

P.N.R.Z.H, 2006, « gestion des zones humides », cahier thématique, , Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, pp : 22-26

PROVANSAL M., SABATIER F., LAMBERT A., 2001, « *Visite du Delta du Rhône, Livret-Guide, le changement climatique et les espaces côtiers. L'élévation du niveau de la mer : risques et réponses* », colloque proposé par la mission interministérielle de l'effet de serre, région PACA et DATAR, 12-13-14 octobre 2001, Arles, France, 31pages

PROVANSAL M., 2003, « *Faut-il se protéger de la mer ? Instabilités naturelles et politiques publiques dans le delta du Rhône* », Faire savoirs 2, pp : 75-80

RADAKOVITCH O., (en cours), « *Observatoire de recherche en environnement : ORE-RESYST. Réponse d'un système deltaïque aux forçages externes* », IFR Pôle Méditerranéen des Sciences de l'Environnement.

ROSECCCHI E., THOMAS F., CRIVELLI A.J., 2001, « *Can life-history traits predict the fate of introduced species?: A case study on two Cyprinid fish in the Southern France* », Freshwater Biology n°46, pp : 845-853

ROSECCHI E., CHAUVELON P., POIZAT G. et CRIVELLI A. J., 2003, « *Conséquences de la variabilité hydrosaline d'un complexe lagunaire méditerranéen, induite par la gestion hydraulique et les contraintes climatiques, sur ses peuplements piscicoles : le cas du système Vaccarès* ». Programme National Liteau-98 du M.E.D.D. Rapport final. Tour du Valat, 61 pages + annexes

SERGENT E., 2001, « *Le recrutement des civelles (Anguilla anguilla) dans l'île de Camargue : état des lieux et mesures de gestion* », BTS Gestion et Protection de la Nature, Promotion 2000-2001, Centre de formation d'Armor, station Biologique de la Tour du Valat, 46 pages

SUANEZ S., 1997, « *Dynamiques sédimentaires actuelles et récentes de la frange littorale orientale du delta du Rhône* », Thèse de doctorat, Université de Provence, 283 pages

#### Colloque

Mairie d'Arles, 2005, « *Ecoulement des eaux pluviales de la ZCA du grand Gallègue et d'une partie du quartier du Vittier dans le canal du Rousty* », conclusion d'une convention avec l'association syndicale de Corrèges Camargue Major, compte rendu d'avril 2005

PIRAZZOLI P.A., 2001, « *L'élévation récente du niveau de la mer et les prévisions pour le XXIème siècle* », Colloque MIES, Arles 2000, le changement climatique et les espaces côtiers

#### Liens Internet

[http://www.reserve-camargue.org/html/la\\_reserve/RC7\\_rc\\_scient.php](http://www.reserve-camargue.org/html/la_reserve/RC7_rc_scient.php)

## **Tables des illustrations**

<u>Carte 1</u> : Géomorphologie du Delta du Rhône.....	p.4
<u>Schéma 1</u> : Estimation des entrées et des sorties d'eau pour l'île de Camargue (hors salins) en millions de m <sup>3</sup> .....	p.6
<u>Carte 2</u> : Occupation du sol du Delta du Rhône.....	p.7
<u>Carte 3</u> : Les eaux de surface en hiver dans le Delta du Rhône.....	p.9
<u>Graphique 1</u> : Variation de la salinité sur les étangs du système Vaccarès de 1991 à 2007. p.10	
<u>Carte 4</u> : L'eau au centre des préoccupations des acteurs dans le Delta du Rhône.....	p.11
<u>Graphique 2</u> : Moyenne des ouvertures de vannes journalières pour le pertuis de la Fourcade entre 2001 et 2006.....	p.19
<u>Graphique 3</u> : Niveaux moyens mensuels de la mer à la Fourcade à la Fourcade entre 2001 et 2006.....	p.19
<u>Tableau 1 et 2</u> : Débit d'une vanne en fonction du niveau de la mer et des étangs à la Fourcade.....	p.20
<u>Tableau 3</u> : Estimation du bilan hydrique et des variations de niveaux induites sur les étangs.....	p.21
<u>Tableau 4</u> : Frise chronologique de l'évolution des décisions de la CEDE depuis 10 ans... p.22	
<u>Carte 5</u> : Carte de localisation des pertuis.....	p.31
<u>Tableau 5</u> : Synthèse sur l'état des ouvrages de la Digue à la mer.....	p.34
<u>Carte 6</u> : Carte de localisation des émissaires déjà cartographiés auparavant.....	p.37
<u>Tableau 6</u> : Synthèse sur l'état des émissaires déjà cartographiés auparavant.....	p.41
<u>Carte 7</u> : Carte de localisation des émissaires nouvellement cartographiés.....	p.43
<u>Tableau 7</u> : Synthèse sur l'état des émissaires nouvellement cartographiés.....	p.51
<u>Tableau 8</u> : Comparaison des caractéristiques morphologiques et hydro-salines des étangs Méditerranéens.....	p.57
<u>Figure 2</u> : Variations des niveaux de l'étang de Bages-Sigean à Peyriac en 2005.....	p.59
<u>Figure 3</u> : Variations des niveaux de l'étang de l'Impérial à la Fourcade en 2005.....	p.59
<u>Schéma 2</u> : Proposition de gestion pour le système Vaccarès en relation avec les aléas hydro-climatiques et le plan d'action de la CEDE.....	p.62



**MASTER SCIENCES DES SOCIÉTÉS ET DE LEUR ENVIRONNEMENT**  
**Mention : Géographie, Environnement, Tourisme**

**Spécialité professionnelle :**  
**« Connaissance, gestion et mise en valeur des espaces aquatiques continentaux. »**