

# Territory on the move

## Geography and planning

### review

Territory in movement Journal of geography and planning

25-26 | 2015 :

Alternative management of water resources: Territorial approaches

Articles

---

## **Adaptation to changes by renaturation in a coastal wetland, the Rhône delta (southern France). A response to the exhaustion of concerted water management?**

*Adapting to Changes by Renaturing a Coastal Wetland, the Rhone Delta (Southern France). A Response to the Failure of Concerted Water Management?*

**AURÉLIEN ALLOUCHE , ALAIN DERVIEUX AND LAURENCE NICOLAS**

<https://doi.org/10.4000/tem.2768>

---

### **Summaries**

French English

A considerable set of issues arise concerning the integrated management of water in the Rhône delta: agricultural inputs leading directly into a nature reserve of national interest, management of natural risk (floods) and global change (rise in sea level ), transit area for endangered migratory species (eels), maintenance of economic activities (fishing). These issues are concentrated in the management of the central ponds of the delta, the Vaccarès system, communicating with the sea and whose salinity and levels condition all uses.

The constant efforts led by public actors to develop integrated management of uses are not enough to overcome the constraints imposed and today appear to be reaching a limit, if not exhaustion, in particular following sea level rise trends. However, a new situation has recently come up against this

relatively pessimistic problem, suggesting the possibility of alternative and original water management. Following the industrial abandonment of the exploitation of salt in the south-east of the Camargue, the old saltworks were acquired by the Conservatoire du littoral. The various managers and public actors defend the possibility of "letting nature" in these spaces, The authors question two management scenarios in order to question the capacity of ecological restoration to contribute to the adaptation of the Rhône delta to global changes. A reflection on options consisting in improving the main outlet of the system by means of greater technical sophistication is also being carried out. Far from being sent back to back, renaturation and technical adjustment of the system can prove to be complementary in the pursuit of the same objective.

Integrated water management of the Rhone delta is facing a considerable set of issues: agricultural inputs draining directly into a national nature reserve, the management of natural risks (floods) and of the global change (sea-level rise), a transit space of migratory species threatened of extinction (eels), safeguarding economic activities (fishing)

All those issues involve the management of the deltaic, central lagoons, the "Vaccarès system", which communicates with the sea and whose salinity and levels are critical for all uses.

The public actors' constant efforts to improve the integrated management of practices have failed to overcome those constraints and now seem to reach a limit, if not exhaustion, especially if the sea level keeps on rising. Nevertheless, a new event recently came to question this relatively pessimistic understanding of the situation by suggesting the possibility of an alternative and original water management. Following the abandonment of industrial salt mining in the south-east of the Camargue, the ancient salt basins have been acquired by the Conservatoire du Littoral (a french public fund dedicated to the conservation of seashores). The main involved environmental managers and public actors have been pleading for the possibility of a " *laissez-faire* " ( *ie.*, "living nature" perspective) given to nature upon these territories. This implies the reconstruction of several ancient hydraulic connections to improve the evacuation capacities of the Vaccarès hydrosystem and thus increase the biological exchanges. The authors question two management scenarios in order to discuss the ability of ecological restoration to contribute to the adaptation of the Rhone delta to global change. A reflection about options of improving the main hydraulic system's outlet through greater technical sophistication is also conducted. Far from being returned back to back renaturation and technical design of the system can be complementary in the pursuit of a common goal.

---

## Index Entries

**Keywords** : Camargue , Rhône delta , water management , wetland renaturation , sea level rise , conflict of use

---

## Full Text

THANKS

The authors thank the Camargue Regional Natural Park for the supply of maps and data and their availability. The results communicated are based on the work of the research programs funded by the Ministry of the Environment "Waters and Territory I", CAMPLAN Project and "Waters and Territory II", project "MARAIS DES BAUX - SALINS From a marsh to the other, Exercise of reflexivity within the water and territory system: renaturation / restoration of wetlands ”.

## Introduction

- 1 The Rhône delta, made up of low-lying and salty lands, naturally subject to river and sea flooding, has been gradually dammed up and provided with multiple hydraulic installations throughout its history. Often identified as a territory of conflicts linked to water, this delta, better known by its name “Camargue”, also stands out as a largely artificialized space and yet a symbol of wild nature (Picon, 1988). From the second half of the 19th century, the Island of Camargue is completely dyked with raised river dikes following the great flood of 1856 and the construction of the Digue-à-la-Mer which joins the mouths of the two arms of the Rhône. The delta then finds itself frozen in its natural

evolutions which in the past the wandering of the river and marine advances ensured (Arnaud-Fassetta and Landuré, 2003). But this geomorphological blockage is combined with that of the natural variability of Mediterranean climates characterized by the succession of droughts and wetter periods (Beltrando, 2011). The artificial introduction of large quantities of fresh water from the river for agricultural development (rice growing) now leads to the presence of water throughout the year throughout the territory. In fact, the resulting uses,

2 The most important historical conflict of the territory around water, however, concerns the opposition between an industrial exploitation of salt which was set up in the middle of the 19th century and which exclusively targets the introduction of salt water and an agricultural exploitation which not only privileges fresh water, but also concentrates its efforts on the rinsing of naturally saline lands. This will lead to the partitioning of a space, in its south-eastern portion, entirely devoted to salt exploitation, introducing sea water into the salt basins while the rest of the delta favors fresh water inlets from the river. The Vaccarès, a vast central pond, a natural receptacle for agricultural or zenith water and property of the salt industry, was finally entrusted to the protection of nature by becoming the Camargue National Reserve (RNC) in 1927.

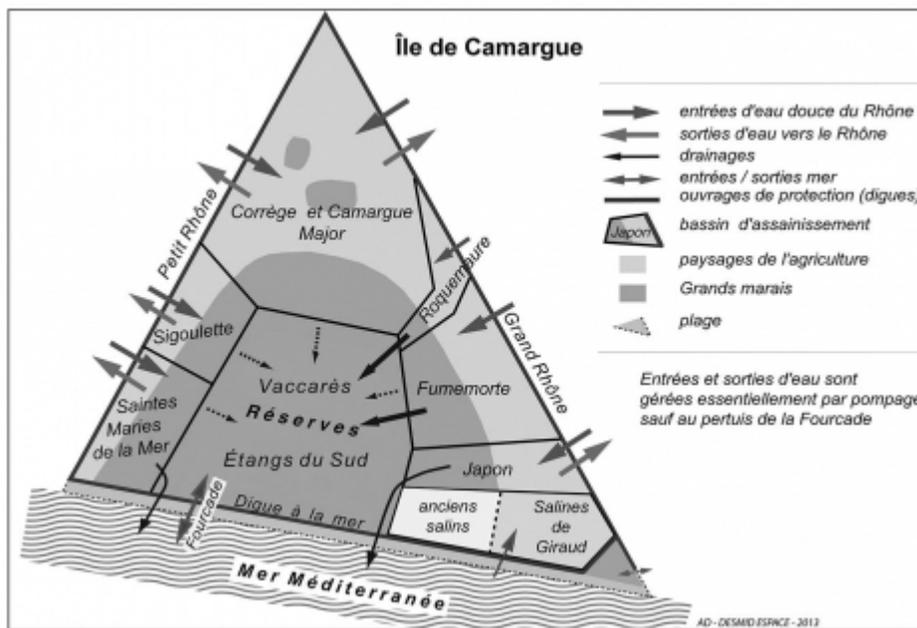
3 The rise in sea level which has continued for centuries (Brunel and Sabatier, 2009) is today leading to a critical situation which revolves around two major problems: the sandy coast is strongly eroding at certain points of the coast and the sea level most of the time prohibits exchanges between the large ponds of the Island of Camargue (Vaccarès system) and the sea. Thus, on the one hand, the fish stocks, already weakened by trawl overfishing in the Gulf of Beauduc, decrease to the point that fishing along the banks of the Vaccarès or in the Imperial ponds to the southeast, is no longer economically viable. On the other hand, each hydraulic crisis, whether due to heavy rainfall or breaches of breaches in river dikes as in 1993 and 1994, is generally concomitant with a sea of which the NGF level exceeds 0.50 m, the level where the ponds begin to emerge from their banks. In other words, if the discount between the sea and the ponds is positive, we cannot get water out to the sea.

4 This is how many issues “collide” within the integrated management of water in the Camargue: agricultural inputs leading directly to a nature reserve of national interest, management of the risk of flooding and global changes (increase in water consumption), sea level, etc.), transit area for endangered migratory species (eels), maintenance of economic activities, particularly fishing, etc. These problems appear *a priori* arising mainly from conflicts of use, which would suggest that they could be resolved by a better coordination of the actors and interests at stake (Allouche and Nicolas, 2011). However, the analysis of the hydraulic system and the methods of exercising participatory water management will show hereafter that the inter-regulation of uses within a concerted management is insufficient to absorb the factors of breathlessness of the system. Thanks to an unprecedented change in space in the Camargue with the acquisition by the Coastal Conservatory of more than 6,000 hectares of disused salt works (figure 1), it becomes possible to wonder about the possible use of new natural and physical dynamics to overcome these limits. If the renaturation operations of industrial or agricultural sites are often considered for the ecological improvements that they produce locally, they are more rarely considered for their capacity to improve the functionalities of adjacent spaces. Here, the ecological restoration of the old salt marshes (official name: Étangs et marais des salins de Camargue) makes it possible to question possible solutions to both reduce the risks associated with the high levels of the central ponds and to improve biological exchanges between the ponds and the sea.

5 Les méthodologies mises en œuvre pour les recherches<sup>1</sup> présentées ici s'appuient sur des entretiens semi-directifs dont les analyses confrontées aux observations directes ainsi que l'observation participante, pratiquées lors des nombreuses réunions concernant la gestion des eaux de ce territoire, apportent des éléments d'une grande richesse<sup>2</sup> (Allouche *et al.*, 2012). Nos analyses s'appuient par ailleurs sur les travaux des partenaires cités dans le

texte, notamment les diverses modélisation touchant à l'hydrosystème ou au littoral. Mais l'apport essentiel de cette réflexion sera de faire varier les conceptions que nourrissent les différents acteurs de l'utilisation de processus naturels dans la gestion de l'eau et, plus largement, dans celle du territoire. Ce faisant, on pourra questionner, comme innovation possible de la gestion globale de l'eau, la « marinisation » d'un étang en associant cette fois une sophistication technique dans l'aménagement du système à un processus naturel. Précisons que, parmi les changements globaux, nous considérons principalement l'élévation du niveau marin (évalué à environ 1,1 mm/an à Marseille - Brunel et Sabatier (2009) et à 2,2 mm/an en Camargue par Sabatier (2009 : 316)), mais nous ne le considérons que dans la mesure où il vient perturber les modes de gestion d'évènements hydrauliques extrêmes : inondations, impluvium, intensification du cycle hydrologique, surcote marine et augmentation des houles responsables d'une partie de l'érosion marine.

Figure 1 : Schéma fonctionnel de gestion des eaux dans l'île de Camargue]



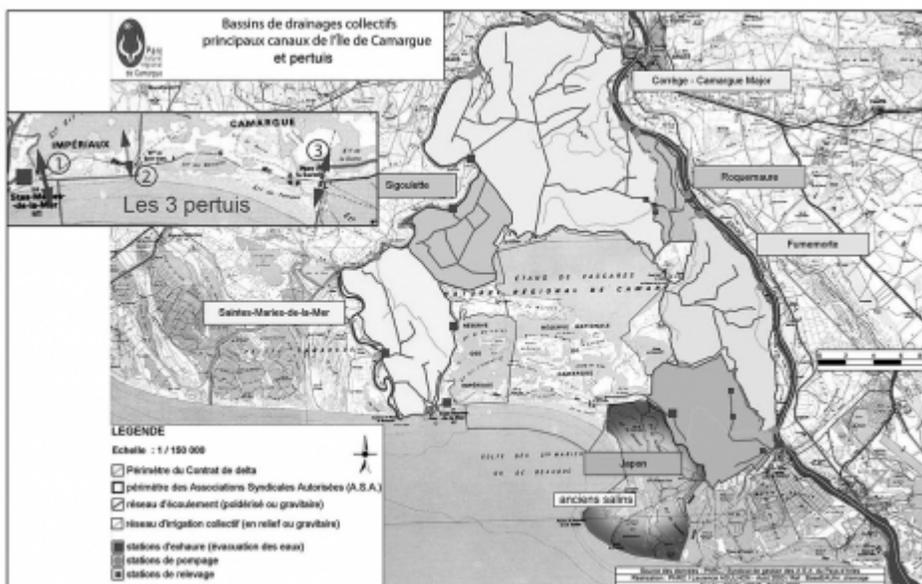
Source : AD - DESMID ESPACE - 2013.

# 1. De l'aménagement technique de l'hydrosystème à l'interdépendance des usages

## 1.1 L'aménagement du système : processus au long cours

- 6 De nombreux aménagements hydrauliques se sont succédé au cours des siècles, dirigeant les eaux vers les dépressions centrales (étang du Vaccarès et autres grands étangs) qui forment le « système Vaccarès ». Avec le développement de la riziculture à partir des années 1950, les équipements se densifient, associés à une poldérisation progressive du territoire irrigable. Aujourd'hui, le système de drainage est réparti dans six bassins :

Figure 2 : Les bassins de drainage (gérés par des ASA) et les principaux canaux de l'île de Camargue



Source des données : PNRC/Syndicat de gestion des ASA du Pays d'Arles.  
 Réalisation : PNRC/Laurence Agulhon - Août 2003/Ref : BaseEAU\_drainage  
 Publié avec l'aimable autorisation du Parc Naturel Régional de Camargue]

7 Quatre d'entre eux rejettent l'eau au Rhône ou à la mer mais le canal du Fumemorte draine un bassin de plus de 7 000 ha qui s'écoule pour 50 Mm<sup>3</sup>/an directement au Vaccarès (figures. 1 et 2) ; il en est de même pour le bassin de Roquemaure quoique d'une dimension plus modeste (environ 1 500 ha). Les bassins de drainage sont gérés par des associations syndicales au sein du Syndicat Mixte de Gestion des Associations Syndicales du Pays d'Arles (SMGAS). Plus ou moins poldérisés, en fonction des aménagements réalisés, tous ne fonctionnent pas en totalité selon l'écoulement gravitaire. Cette artificialisation du fonctionnement hydrologique par endiguements, creusement de canaux, pompages, etc. peut se résumer selon le tableau 1.

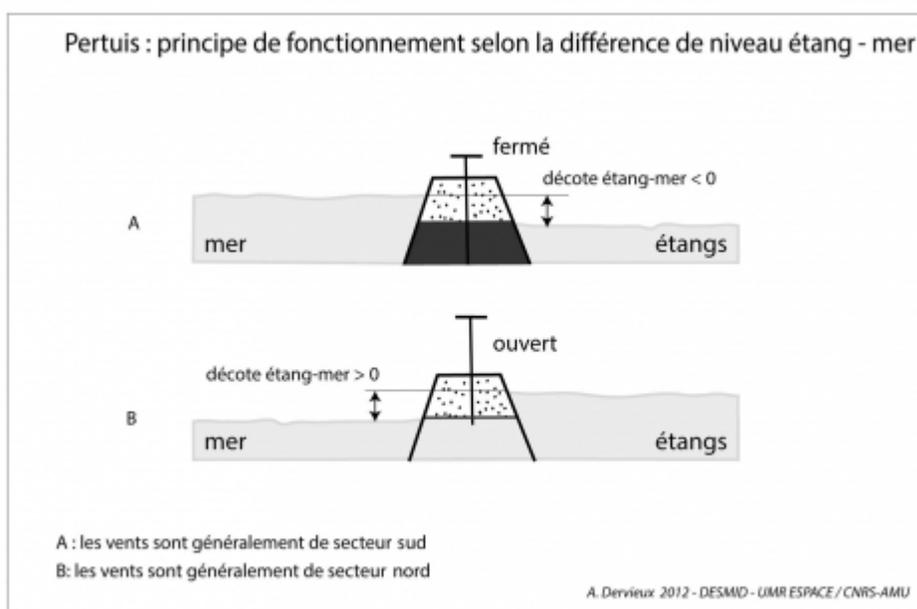
**Tableau 1 : Structure des six bassins de drainage de l'île de Camargue (M = millions)**

Saintes Maries de la Mer	Poldérisé. Repompage vers le Rhône
Sigoulette	Semi-poldérisé. Repompage vers le Rhône et barrage antisel à clapets sur le canal de la Sigoulette qui peut s'écouler au Vaccarès en cas de besoin
Corrège et Camargue Major	Semi-poldérisé. Repompage par 2 stations vers petit et grand Rhône (Albaron et Pierre du Lac), barrage antisel à clapets sur le canal de Rousty qui peut s'écouler au Vaccarès en cas de besoin
Roquemaure	Non poldérisé. Rejet au Vaccarès (environ 5 Mm <sup>3</sup> ). Écoule en plus une part de Corrège et Camargue Major par 3 vannes posées sur le canal de la Grand Mar (nœud hydraulique)
Fumemorte	Non poldérisé. Déverse environ 50 M m <sup>3</sup> /an au Vaccarès
Japon	Poldérisé. Rejet au Rhône (à Chamone, au Nord de Salin de Giraud) et à la mer par le canal du Versadou et 1 vanne au pertuis de La Comtesse

8 Aujourd'hui, ce sont environ 400 Mm<sup>3</sup> d'eau qui sont pompés au fleuve pour les besoins de la riziculture. 55 % de la surface de l'île de Camargue étant poldérisés, l'eau de drainage est partiellement renvoyée au Rhône par pompage (Heurteaux, 1992 et 1994 ; Chauvelon *et al.*, 2001), alors qu'un peu plus de 100 Mm<sup>3</sup> d'eau sont acheminés dans l'étang du Vaccarès. Une partie des eaux s'écoule donc dans le système Vaccarès situé majoritairement dans la Réserve Nationale de Camargue. L'étang des Impériaux

(propriété du Conseil Général des Bouches-du-Rhône), en connexion directe avec la mer par le pertuis de La Fourcade (figure. 2), subit plus directement la salinisation estivale par assèchement progressif (concentration du sel). Les autres étangs ne sont pas directement influencés par la mer mais ils subissent également l'élévation de la salinité par évaporation, par les entrées de mer des Impériaux ou par la nappe aquifère salée. La « vidange » du système Vaccarès peut théoriquement s'effectuer par trois pertuis à la mer, la Fourcade, Rousty et la Comtesse, le seul véritablement fonctionnel étant celui de La Fourcade. La décote le plus souvent négative des niveaux des étangs par rapport au niveau marin (figure. 3) rend de plus en plus difficile les écoulements contrôlés vers la mer. S'il est nécessaire d'abaisser le niveau des étangs pour prévenir d'éventuelles fortes précipitations, ou évacuer un excès d'eau, on ne peut le faire qu'à la condition que la décote soit positive, ce qui est facilité, voire n'est réalisé que quand souffle le Mistral, vent de secteur NW, suffisamment fort et établi. Il provoque alors un basculement du plan d'eau des étangs favorable à l'écoulement et le niveau des étangs augmente au sud par la poussée du Mistral. Il provoque en même temps la baisse du niveau marin.

Figure 3 : Fonctionnement du pertuis de La Fourcade



Ce schéma est valable dans son principe pour les deux autres pertuis.  
 A. Dervieux, 2012 - DESMID - UMR ESPACE/CNRS-amu.

- 9 L'étang central du Vaccarès constitue ainsi le point nodal du système hydraulique camarguais et réunit en son sein plusieurs enjeux liés à l'eau. En effet, de la gestion de cet étang dépendent non seulement la sécurité publique, depuis que le Plan Rhône lui a assigné un rôle d'exutoire des eaux excédentaires, mais aussi le drainage naturel et artificiel des terres en amont, l'exercice de la pêche et l'expression d'une biodiversité remarquable. De cette situation naît une interdépendance d'usages liés à l'eau qui reste caractéristique de ce territoire emblématique.

## 1.2 L'interdépendance des usages liés au système hydraulique

- 10 Des usages se sont développés à partir de ces systèmes hydrauliques, soit en utilisant directement son infrastructure technique, soit en bénéficiant en quelque sorte d'externalités de ce système – on peut ainsi citer la production de paysages – ou encore en composant avec l'usage agricole. Cette gestion hydraulique aboutit à la coexistence et

l'interdépendance de plusieurs fonctions et usages liés à l'eau agricole :» *La gestion hydraulique permet d'agir directement sur la salinité en apportant de l'eau douce et sur la variabilité des conditions hydriques en choisissant la période de mise en eaux. La majeure partie des activités du delta dépend de cette gestion hydraulique. L'eau issue de l'irrigation, change d'usage après son utilisation agricole, est reprise par le système de drainage ou via les marais, et intègre ainsi le milieu camarguais dont elle est un élément fondamental. La tendance dominante est la dépendance des milieux naturels vis à vis des usages, la relation entre eux apparaît plus complexe, notamment du fait des connexions des systèmes hydrauliques et des multi-usages de l'eau.* » (PNRC/BRL ingénierie, 2004).

11 L'eau agricole qui s'écoule pour partie dans le Vaccarès est source de production biologique. Différents rôles écologiques sont remplis par les canaux d'irrigation et de drainage. Au titre de ces diverses fonctions écologiques, on peut brièvement évoquer leur rôle de corridor écologique (e.g., diverse espèces de poissons, cistude), celui d'épuration des eaux (rétention, dégradation de polluants) et leur fonction d'habitat (espèces aquatiques, avifaune) ou paysagère (boisements rivulaires). Pour autant, cette même eau est également la source de plusieurs types de nuisances : vecteur de propagation d'espèces invasives, de substances polluantes et facteur de banalisation des milieux par un apport important d'eau douce qui vient contrecarrer la variabilité naturelle et la salinité du milieu (Aznar *et al.*, 2003 et 2009). Cette alliance des contraires est devenue le principe structurant du système hydraulique, jusqu'à rencontrer aujourd'hui des limites qui semblent l'obliger à se reconfigurer. Ce principe structurant se met en place dès l'émergence de l'activité de protection de la nature sur ce territoire. Ainsi, les Actes de la Réserve Nationale de Camargue consignés depuis 1930, qui constituent les premiers suivis hydrauliques du milieu, notent d'emblée l'importance des apports d'eau douce d'écoulement de l'agriculture, après une période de sécheresse entre 1936 et 1949 : « *Le Vaccarès a diminué peu à peu jusqu'à ne contenir plus qu'un peu d'eau dans le fond, dont la densité était de 24° Baumés. Il en est résulté une diminution considérable de l'avifaune en général, diminution portant non seulement sur les espèces à présence périodique – hivernantes et estivantes – mais aussi sur des espèces considérées comme sédentaires.* » (...) « *L'état pitoyable de la végétation de l'ensemble de la Camargue contrastait avec celui tout à fait normal des parties où par les canaux, les fossés, on avait introduit artificiellement de l'eau même en très petite quantité* » (Actes de la Réserve zoologique et botanique de Camargue, 1938).

12 En effet, les espèces faunistiques, notamment les oiseaux, se sont réfugiées dans les marais irrigués et les étangs saliniers. Il en résulte une position paradoxale dans laquelle le gestionnaire émet le souhait de voir s'écouler dans le Vaccarès une partie des eaux agricoles pour le bon fonctionnement du milieu dont il a la charge : « *Nous nous apprêtons à demander la limitation des évacuations, et même un apport d'eau douce, lorsque cet état de choses fut amélioré, en 1949, par l'apparition d'un cycle plus humide et le début des apports notables d'eaux d'écoulement des rizières. Mais ces derniers apports prirent rapidement une telle importance que la situation en fut radicalement transformée...* » (La terre et la vie, 1954).

13 Un autre usage, récipiendaire de ces apports d'eau de plus en plus importants et inféodés à l'essor de la riziculture, est la pêche dans l'étang du Vaccarès. L'accroissement de son volume en eau et son adoucissement, favorable aux anguilles, aboutit à l'installation d'une petite dizaine de pêcheries privées sur les propriétés riveraines. Cette situation profite également au relèvement des niveaux des étangs inférieurs, le Malagroy et les Impériaux, qui redeviennent à leur tour des territoires halieutiques cette fois réservés aux pêcheurs de la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer. Mais très rapidement, les niveaux d'eau accumulés dans le système Vaccarès par le biais des apports rizicoles conjugués aux fortes pluviosités, en particulier automnales, ont occasionné des problèmes d'inondation chez les riverains de l'étang et sur la route est du Vaccarès. Par ailleurs, le risque de débordement du plan d'eau à la défaveur d'un vent d'est peut potentiellement affecter la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer en provoquant

également des risques d'inondation. Apparaissent ainsi les premières limites d'un système hydraulique de plus en plus suspendu aux variations météorologiques.

## 2. L'épuisement de la gestion concertée de l'eau face à des crises hydrauliques répétées et à l'élévation du niveau marin

14 Après les inondations d'octobre 1993 et de janvier 1994, à la suite de brèches dans les digues du Petit Rhône, la Camargue connaît durant l'automne-hiver 1995-1996 une situation « désastreuse », marquée par des pluies importantes qui conduisent au débordement du Vaccarès et à un impact notable sur l'activité agricole paralysée par un trop faible ressuyage des terres. En réponse à ces situations de crise, la Commission exécutive de l'eau (CEDE) est instaurée sous l'impulsion de la DDAF avec l'appui du Parc Naturel Régional<sup>4</sup>. Une gestion plus réactive, aux objectifs mieux partagés, est supposée mieux répondre à ces situations de crise, voire les anticiper en agissant sur l'ouverture ou la fermeture des vannes du pertuis de La Fourcade. Mais l'automne-hiver 1996-1997 est à peine plus clément. Des précipitations exceptionnelles mènent, en janvier 1997, le Vaccarès à des niveaux supérieurs à 0,40 m NGF et certains craignent pour la sécurité du village des Saintes-Maries-de-la-Mer, déjà menacé en 1993. De septembre à décembre 1996, seules vingt journées ont permis d'écouler l'eau à la mer. À la réunion du 17 septembre 1997 de la CEDE, le président des Exploitants Agricoles d'Arles et de la commission Economie, Occupation des Sols, Agriculture et Hydraulique du Parc Naturel Régional de Camargue (PNRC) ne peut que constater qu'il est devenu « *de plus en plus difficile de gérer les écoulements gravitaires à la mer du fait de la conjonction de facteurs climatiques associés à une montée générale du niveau marin* » (Compte rendu de la CEDE, 1997). L'analyse est partagée au sein de la commission, devant faire à nouveau face, durant l'hiver 1997, à une situation de crise hydraulique majeure. La tentative d'intégration de l'élévation du niveau marin dans la gestion concertée de l'eau débute ainsi en Camargue, il y a près de quinze ans. Sur ce territoire, relativement précurseur à cet égard, c'est plus largement l'enjeu de l'adaptation des usages aux changements globaux qui se pose déjà. À la réduction des capacités d'évacuation à la mer pour cause d'élévation du niveau marin, s'ajoute la succession de périodes de très bas niveaux des étangs centraux correspondant à l'entrée dans un cycle sec. C'est ainsi qu'après être parvenue à gérer des automnes et des hivers de fortes pluviométries, la CEDE voit septembre 1998 ouvrir sur une période de déficit hydrique. Les étangs centraux atteignent la cote de -0,04 m NGF pour chuter en décembre 1998 à -0,15 m NGF (valeur minimale sur les dix années précédentes). Si les variations hydro-climatiques sont constitutives des processus naturels, elles sont néanmoins problématiques pour les usages, spécialement pour la pêche qui devient compromise en dessous d'une cote trop faible.

15 Dès ses premières années, la gestion concertée de l'eau – ou plus exactement de l'exutoire – doit entreprendre un long processus d'innovation et d'apprentissage collectifs qui se poursuit encore aujourd'hui. Il convient de décrire cette évolution de la gestion afin de rendre compte de la nature des limites que rencontre actuellement son optimisation et interroger dans quelle mesure l'utilisation de processus naturels dans l'aménagement du système hydraulique pourrait pallier certaines de ces limites.

16 La CEDE entreprend deux types d'actions :

1. des aménagements techniques visant à accroître les performances hydrauliques du système ;
2. l'optimisation organisationnelle de la gestion participative.

17 1) À la suite de la crise hydraulique de l'hiver 1997, il apparaît que seul le pertuis de la Fourcade a été fonctionnel, bien que nécessitant des travaux importants (sept vanes sur treize resteront opérationnelles jusqu'à une remise en état intégrale en décembre 1999). Celui de Rousty<sup>5</sup> doit être ré-ouvert par le creusement à la pelle mécanique d'un chenal et on constate l'état de vétusté du pertuis de la Comtesse, « *colmaté sur une hauteur d'un mètre par des limons et des vases* » (Compte rendu de la CEDE, 1997). En sus de la nécessité de travaux de restauration de ces ouvrages – les deux derniers cités ne sont toujours pas totalement fonctionnels –, l'idée d'équiper de pompes l'exutoire du Vaccarès fut un temps débattue. L'aménagement d'une station de pompage sur le pertuis de la Fourcade est demandé par certains acteurs lors de la réunion de crise de 7 janvier 1997. La restauration du pertuis de la Fourcade et de celui de Rousty, en 1998, rendirent caduques ces projets alors que les projets alternatifs de pompage par le nord relèvent de coûts rédhibitoires, le représentant de la DDA d'Arles estimant ainsi à 60 000 francs (environ 9146 euros) le coût pour abaisser d'un seul centimètre le Vaccarès.

18 2) Au final, le système hydraulique paraît alors connaître l'optimisation de ses capacités techniques dans la mesure des travaux possibles et finançables. Ce ne sera toutefois qu'en 2010 que l'ouverture du pertuis de la Comtesse trouvera une place (d'importance secondaire) dans les modes d'action utilisables par la CEDE, d'abord pour réguler les niveaux puis pour accroître, sous certaines conditions, le recrutement biologique au sein des étangs centraux (le recrutement consiste dans ce cas principalement à permettre l'entrée dans la lagune de poissons d'une taille suffisante pour être capturés ou qui finiront leur cycle de maturation tel que pour l'anguille). Le pertuis de La Comtesse offre en effet une possibilité supplémentaire de « sortir » de l'eau du système Vaccarès. Cela est possible lorsque le niveau de la mer est suffisamment bas (comme pour le pertuis de Rousty) et que « l'entre-plage », espace entre la mer et la digue abritant diverses lagunes coupées de la mer en dehors des surcotes, n'affiche pas non plus de trop hauts niveaux. Ainsi, dans les cas de crise hydraulique importante (comme lors de l'année 2009 où de fortes précipitations font déborder le Vaccarès et saturer les réseaux de canaux agricoles rendus inopérants), on peut recourir mécaniquement à l'ouverture du lido pour évacuer la lagune immédiatement aval (étang du Tampan). La réhabilitation de ce pertuis offre par ailleurs l'opportunité d'améliorer les échanges biologiques, en ce qu'il constitue un lieu de transit important des anguilles.

19 Mais la progression la plus notable de la CEDE s'opère très certainement au niveau organisationnel. D'une commission initialement constituée pour l'anticipation de crise, ne se réunissant qu'épisodiquement, la CEDE passe au statut d'un appareil de gestion courante de l'eau des étangs. Le principe essentiel de la gestion de l'eau en Camargue est alors progressivement établi : concilier les usages du territoire dans une gestion courante dans le cadre de la régulation des niveaux des étangs par l'actionnement du pertuis à la mer. Principe simple en apparence mais qui recèle autant de sources d'optimisation de la gestion que de raison de son essoufflement actuel face à la hausse du niveau marin. En effet, ce dernier facteur va progressivement perturber les modalités d'intégration des usages dans la gestion hydraulique du système Vaccarès en se fondant sur l'établissement d'une règle, dite des « trois vingt » : régler l'évacuation à la mer de manière à maintenir le niveau de l'étang central entre -20 et +20 pour une salinité moyenne de 20 g/l. Cette règle maintenait ainsi les conditions d'une satisfaction non conflictuelle de la pêche, de l'agriculture, de la protection de la nature et des intérêts des riverains (érosion des berges affectant l'intégrité foncière des propriétés riveraines).

20 La règle des trois vingt fournit dès le début de la CEDE un cadre de décision et de coordination, le représentant de la DDAF entérinant son application à la demande d'un directeur d'ASA (réunion du 19 février 1996). Mais rapidement, ce cadre devient une référence souple, un « idéal » comme eût dit l'acteur précité. La réunion du 24 avril 1997 l'illustre parfaitement voire marque un tournant dans l'assouplissement de la règle. Lors de cette commission, M. S. pêcheur, s'inquiète du risque d'un alevinage extrêmement limité associé à l'impossibilité *quasi* complète de pêcher si la cote devient inférieure à

-0,10 m NGF. Le vice-président de la Fondation du PNRC<sup>6</sup> et président du Comité des Propriétaires Camarguais, réagit alors en rappelant « *les accords passés, notamment ceux mis en œuvre au moment de l'instauration de la règle des trois vingt* ». C'est alors le directeur de la Réserve Nationale de Camargue, qui pousse à la reformulation de la règle des trois vingt qui devient une sorte de règle des « deux quinze » : -0,15 m NGF comme niveau minimal et une salinité de 15 g/l. Finalement la décision s'arrêtera sur une cote minimale de -0,1 m NGF et une salinité à 15 g/l.

21 Un peu moins d'un an plus tard, à la commission de 13 mars 1998, l'ingénieur du GREF à la DDA d'Arles pousse à une formalisation de l'assouplissement de la règle des trois vingt déjà opéré. Il met en exergue que, lors de précédentes réunions, « *le niveau 0 était la limite inférieure acceptée par tous, aussi bien par les agriculteurs que par les pêcheurs et les gestionnaires de la Réserve nationale* ». Le directeur de celle-ci étaye alors ces propos en précisant qu'« *à une cote de -0,20 m NGF, il y a rupture [hydraulique] et donc un isolement du Vaccarès du reste des étangs* ». La règle des trois vingt devient alors, officieusement, une règle du « 0, +20, autour de 20 g/l ». Elle reste de ce fait suffisamment souple pour accepter des variations autour de ces valeurs.

22 Le Parc tentera d'insuffler une variation plus officielle à cette règle de gestion en inscrivant dans sa charte de 1998 : « [une règle d'amplitude pour les étangs centraux de Camargue] *déterminera l'amplitude maximum tolérée, tout en rappelant qu'une correction immédiate des phénomènes ne sera pas possible, suite à des événements météorologiques excessifs. Le but consistera à améliorer la règle des 3 vingt et à modéliser le système* » (Charte du PNRC de 1998, p. 22).

23 De fait les variations progressives des conditions d'évacuation à la mer ont rendu de plus en plus rares les décotes adéquates pour satisfaire l'ensemble des usages liés aux étangs centraux, sans encourir un risque d'atteinte à la sécurité des biens et des personnes en laissant des niveaux trop élevés, ou en rendant impossible les échanges biologiques en cas de niveaux trop bas.

24 L'innovation la plus marquante et la plus récente au sein de la commission réside dans la tentative de formuler des préconisations réelles sur la base d'un différentiel mer-étang, et non plus seulement par rapport à la côte des aux étangs centraux. S'opérera ainsi une véritable formalisation d'un nouveau mode de décision. Mais précisons de manière quelque peu anticipée que cette avancée, d'apparence minime, ne l'est aucunement. Il ne s'agit plus de préconiser l'ouverture de  $n$  vannes lorsque le Vaccarès est au niveau  $x$  (c'est la forme logique de la règle des trois vingt) mais de préconiser l'ouverture de  $n$  vannes tant que la différence entre la mer et le Vaccarès est de  $\Delta h$ . Si ce mode de raisonnement pouvait être partiellement présent dans certains esprits, il n'était toutefois pas encore formalisé et ne fournissait pas une règle d'évaluation disponible pour la décision collective. L'évaluation par différentiel mer-étang (décote ou surcote) a donné lieu, au fil des réunions qui ont suivies, à une formalisation très opérationnelle et très « lisible » (figure. 4).

**Figure 4 : Schématisation du modèle de décision par différentiel mer-étang**

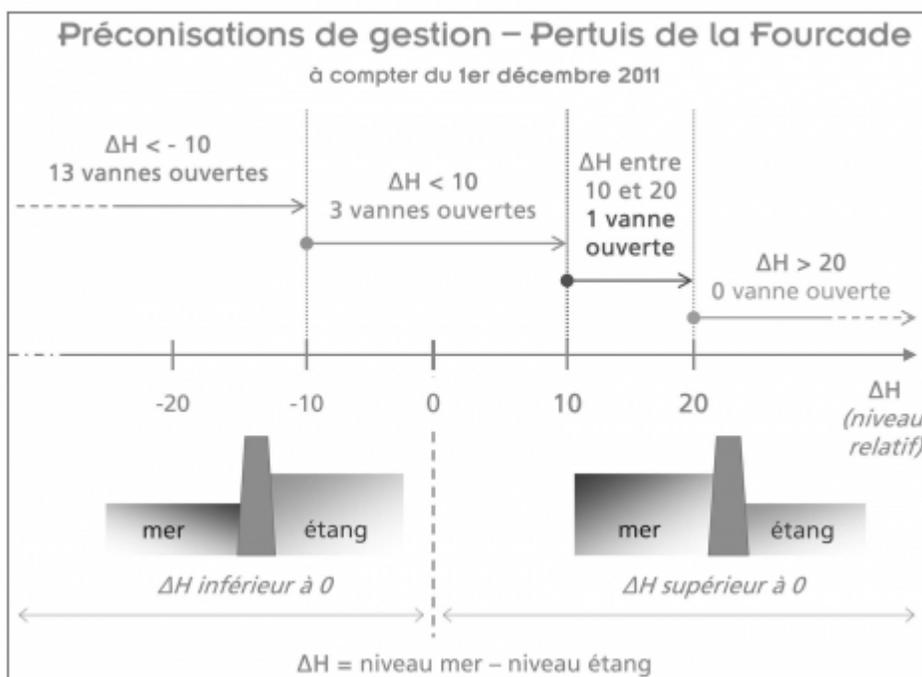


Schéma réalisé par Marie Granier (chargée de mission « eau » PRNC et secrétariat CEDE pour la CEDE avec A. Dervieux.

25 Pourtant, la marge d'optimisation de la capacité collective de gestion reste faible. La commission exécutive envisage avec inquiétude l'élévation du niveau marin à moyen terme, et échoue parfois, du propre aveu de certains de ses membres, à satisfaire son principal enjeu : le maintien de tous les usages. Comment comprendre, du point de vue de la configuration du système Vaccarès, cette difficulté croissante ? Le nœud du problème pourrait se résumer à la difficulté de remplir les conditions (parfois antagonistes) de satisfaction des différents usages à partir d'un seul et même principe d'action sur le système, la manœuvre manuelle des vannes du pertuis à la mer. La sécurité des biens et des personnes implique une maximisation des rejets à la mer, rencontrant sur ce point l'intérêt des agriculteurs pour lesquels les capacités de ressuyages peuvent être déterminantes (e.g., le blé nécessite l'absence d'eau dans les parcelles en raison du risque de pourrissement). À l'inverse, les échanges biologiques imposent à la gestion un ajustement se révélant complexe car obéissant aux processus et cycles naturels. Ainsi, pour ne prendre que l'exemple des anguilles, l'ouverture de douze ou treize vannes du pertuis de la Fourcade, favorable à la réduction du niveau des étangs, permet également un important « appel en mer » pour « recruter » des civelles, grâce à un panache d'eau douce s'étendant loin en mer que les civelles vont suivre jusqu'au sein des étangs. Mais, d'une part, le débit d'une ouverture totale du pertuis s'avère trop fort pour que les civelles puissent le remonter. Elles sont « appelées » mais en vain. D'autre part, l'ouverture maximale du pertuis est souvent suivie de sa fermeture complète afin de ne pas laisser le niveau des étangs s'accroître à nouveau et faire courir le risque de trop haut niveau les pluies automnales arrivant. Les vannes sont alors ouvertes pendant une courte période puis le pertuis est refermé pour ne pas perdre l'abaissement des niveaux des étangs gagné. Les civelles appelées se retrouvent devant une porte fermée. Le recrutement ne se fait pas ou mal. Or, sur ce point, la gestion est confrontée à une injonction paradoxale. Le Livre Blanc, DDA des Bouches-du-Rhône (1974-75) et le Plan Rhône (consultable sur <http://www.planrhone.fr>) incitent à maximiser les évacuations à la mer pour cause de sécurité, alors que le Plan national pour la gestion de l'anguille implique pour sa part le maintien de quatre vannes, minimum, ouvertes pour favoriser l'alevinage des anguilles dans les étangs. Injonction juridique paradoxale donc car le plan national pour la gestion de l'anguille a valeur coercitive. Il fait suite au règlement de la Communauté Européenne N° 1100/2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes

et impose aux États membres de constituer un plan de gestion. Ce plan, porté localement dès 2009 par la Direction régionale de l'environnement du bassin Rhône-Méditerranée impose un taux d'échappement vers la mer d'au moins 40 % de la biomasse d'anguilles argentées (*i.e.*, d'adultes reproducteurs).

26 Ce type de situation paradoxale naît de ce qu'un seul mode d'action doit satisfaire dans le même temps deux contraintes différentes (maintenir le Vaccarès à un niveau bas pour gérer les risques d'inondation et laisser les anguilles entrer dans la lagune ce qui suppose le laisser son niveau monter). Il devient de plus en plus difficile dans ces conditions de satisfaire l'intégralité des usages liés à la gestion de l'eau. Or, dans cette situation, la garantie de la sécurité des biens et des usages tend à s'imposer sur la satisfaction, les usages dépendant de la qualité du milieu et des échanges biologiques (c'est-à-dire les activités de protection de la nature et les activités de pêche professionnelle). Il en résulte une hiérarchisation des usages, en partie tacite. La crise hydraulique de l'hiver 2009 peut à ce titre servir d'exemple. De fortes précipitations provoquent une montée de la côte du Vaccarès, le ressuyage des terres peine à s'effectuer et l'ouverture du pertuis de la Fourcade est suspendue à une baisse du niveau marin, sous l'effet d'un vent de nord qui tarde à se lever. La critique adressée après coup par les agriculteurs à l'intention de la CEDE concerne la préconisation d'ouverture jugée insuffisante des vannes de l'exutoire à la mer. Prévenir les conditions d'une éventuelle crise est un des rôles, sinon le principal, de la CEDE, instance créée au lendemain des inondations de 1993. Deux « fenêtres météo » conjuguant un niveau marin et un vent favorables à l'évacuation des eaux n'ont pas été utilisées à plein rendement durant les mois de décembre (trop fugitives) et de janvier, au profit d'une « finesse de réglage » prenant en compte des paramètres de gestion de plus en plus nombreux et en concertation au sein de la commission (échanges biologiques, température, débit d'attrait, salinité...), qui aboutira à des ouvertures « modérées » (trois vannes sur treize) même par temps de Mistral.

27 C'est la recherche d'une adaptation à la diversité des usages de la gestion des niveaux des étangs centraux qui est remise en question par les agriculteurs arguant qu'il vaut mieux « vider quand on peut » et tenir compte du paramètre prioritaire de la sécurité des biens et des personnes. Cette critique sera reprise par plusieurs autres acteurs, notamment des représentants de la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer ou encore des riverains du Vaccarès.

28 Mais ces dégâts amenant à parler de crise, quels étaient-ils ? Les principaux dommages furent une route coupée et des propriétés agricoles atteintes dans leur production. Ces éléments pourraient paraître conjoncturels, mais dans l'éventualité où les précipitations auraient persisté, voire dans celle d'une inondation du Rhône (telle qu'en 1993), un Vaccarès trop haut ne pourrait pas remplir son rôle « tampon » dans le ressuyage des terres. On comprend dès lors que la finesse de gestion est une prise de risque, donc peu souhaitable. Le coût d'opportunité du renoncement à une gestion affinée, tel que l'augmentation des échanges biologiques ou le maintien d'une activité de pêche et la culture humaine qui la sous-tend, ne peut que marginalement être évoqué dans ce cadre. Les acteurs défendant une gestion de l'eau en lien avec la préservation de ressources halieutiques, vont parfois jusqu'à renoncer à faire entendre leurs revendications lors des préconisations collectives de gestion.

29 Dans ces conditions, la renaturation d'espaces attenants aux étangs centraux pourrait-elle lever certaines de ces difficultés ? Lorsque les Salins du midi réduisent leur activité sur leurs terrains situés à l'ouest et que le conservatoire du littoral acquiert ces derniers, apparaît alors la possibilité de réintégrer à la gestion environnementale et hydraulique ces espaces anciennement partiellement connectés au système Vaccarès. Mais l'incertitude demeure aujourd'hui encore quant aux possibilités par lesquelles ces espaces retrouvés pourraient contribuer à une amélioration de la gestion de l'eau et, plus largement, augmenter les capacités adaptatives du système confronté à l'élévation du niveau marin. Cette perspective s'inscrit dans une réflexion actuellement engagée au sein de la sphère

gestionnaire sur le recours aux processus naturels pour accroître les performances du système hydraulique.

### 3. Le dépassement des limites par la renaturation des anciens salins et/ou la marinisation du Vaccarès ?

#### 3.1. Les anciens salins : vers une reconnexion hydro-biologique

- 30 Lorsque le Conservatoire du littoral a acquis, entre 2009 et 2012, plus de 6 000 hectares d'anciens salins, à la faveur d'une déprise industrielle, les gestionnaires en charge de ces espaces ont cultivé une ambition nouvelle : retrouver des dynamiques naturelles sur ces espaces plutôt que de maintenir leur anthropisation. S'est imposée alors à la réflexion la possibilité de faire intervenir ces territoires dans l'équilibre hydraulique global et de tirer parti, de surcroît, d'aménités que pourraient représenter ces espaces pour l'ensemble du delta du Rhône. Rapidement, la question s'est posée d'y réintroduire un « espace de liberté » qui pourrait être laissé, dans certains secteurs, aux fluctuations du niveau marin apparaissant lors de surcotes, notamment par vents de secteur sud. Ce choix de gestion converge avec la première ambition de la charte du Parc « *gérer le complexe deltaïque en intégrant les impacts du changement climatique* », tout en se confrontant à des représentations que les gestionnaires estiment nécessaires de voir évoluer.
- 31 L'entretien des digues existantes, notamment celle située sur le front de mer, demanderait des financements qui ne sont pas disponibles ou difficiles à mobiliser sur des espaces où ne s'exerce plus d'activité économique. Les enjeux ayant changé d'orientation, avec le passage d'un espace semi-industriel considéré comme économiquement productif à un espace protégé considéré comme écologiquement productif, un projet de renaturation de ces espaces s'est esquissé sur la base d'études sur l'hydraulique et la biodiversité, en cours d'achèvement.
- 32 Ainsi, l'étang de Beauduc n'est séparé de la mer que par la digue de Véran qui était entretenue par les Salins jusqu'à la vente au Conservatoire du Littoral (dernière réfection en 2008). Cesser l'entretien de cette digue frontale à la mer ne signifie pas, pour quelques décennies au moins, que la mer s'établira définitivement à la place de ces étangs. Des brèches s'y sont produites et à l'occasion de « coups de mer », les étangs se remplissent puis se vident avec les inversions éoliennes : les brèches de la digue de Véran permettent l'intrusion de la mer sur l'étang de Beauduc.
- 33 Cet espace des anciens salins dont la vocation est en cours de réaffectation pourrait ainsi permettre d'établir une reconnexion au moins temporaire avec le système Vaccarès (figure. 5), à partir du pertuis de La Comtesse jusqu'à l'étang de Beauduc à travers les autres étangs des anciens salins, moyennant des aménagements qui restent à évaluer, en adaptant les endiguements hérités des salins. Parmi ces aménagements, des buses ont été mises en place dans la digue séparant l'étang du Tampan des anciens salins dont l'une, à clapet, assure la continuité biologique, importante pour les poissons. Elles mettent en connexion le Tampan, situé au sud de la Digue-à-la-mer, et un autre étang, celui du Galabert, ce qui permettrait de baisser le niveau de « l'entre-plage ». Mais il reste cependant à étudier et à réaliser le prolongement de cette continuité hydro-biologique entre ces étangs et l'étang de Beauduc, qui n'existe que partiellement, avec de faibles capacités de débit.

**Figure 5 : Schéma de circulation potentielle des eaux et en cours d'expérimentation dans les anciens salins**



Les brèches (matérialisées par les trois flèches en pointillés au sud) dans les digues en cours de dégradation ne sont pas actives de façon permanente. Les deux flèches plus réduites sur le cordon littoral oriental sont des passages très occasionnels, naturels ou mécaniques].

Source : PNRC.

Conception : SIGPNRC-09-2011, pôle EVAP

Sources : d'après cotes de niveau SALICAM ; FOND : BD ORTHO © IGN - PFAR CRIGE PACA 2000 ; TOPOBATHY\_FANGASSIER.mxd.

34 Les brèches (matérialisées par les trois flèches en pointillées au sud) dans les digues en cours de dégradation ne sont pas actives de façon permanente. Les deux flèches plus réduites sur le cordon littoral oriental, sont des passages très occasionnels, naturels ou mécaniques].

35 Par ailleurs, établir un lien avec la mer permettrait une évacuation des eaux des étangs centraux en cas de crise hydraulique. Des études préliminaires (Dervieux *et al.* 2002) conduites par le nouveau propriétaire et les gestionnaires du site (PNRC, Tour du Valat, RNC-Société Nationale de Protection de la Nature) suggèrent que les possibilités de

stockage d'eau y seraient relativement limitées eu égard aux volumes à évacuer. Les surcotes posent les mêmes difficultés qu'au pertuis de la Fourcade : on ne peut évacuer l'eau des étangs vers la mer que si le niveau marin est plus bas que celui des étangs, situation qui se rencontre de plus en plus rarement en raison de l'élévation relative du niveau marin. De surcroît, en donnant à la mer un espace de liberté dans les secteurs en érosion, et grâce à des aménagements moins lourds que ceux anciennement pratiqués, les échanges biologiques (poissons) avec la mer seraient favorisés à travers une reconnexion temporaire qui devrait le devenir de moins en moins dans la perspective actuelle du changement global et de l'élévation du niveau marin. L'utilisation des processus naturels remplirait alors une fonction qui, durant l'activité salinière, est dépendante de l'action des pompes alimentant les étangs de pré-concentration.

- 36 Cependant, malgré des perspectives intéressantes tant pour l'évacuation des eaux en excès que pour favoriser les peuplements de poissons, les anciens salins ne peuvent aujourd'hui à eux seuls régler le problème des étangs du système Vaccarès, notamment en situation hydraulique critique. L'élévation continue du niveau marin tend à accroître les impossibilités de sortie d'eau à la mer, confronté au sous-dimensionnement du pertuis de La Fourcade, seul à être véritablement fonctionnel. Ses treize vannes de 1,20 m de large ne représentent qu'une largeur utile de 15,60 m, ce qui est extrêmement faible eu égard au volume d'une cinquantaine de Mm<sup>3</sup> à la cote 0,50 NGF, niveau limite du Vaccarès avant débordement. Or en l'absence de Mistral, l'opération d'évacuation s'avère impossible.

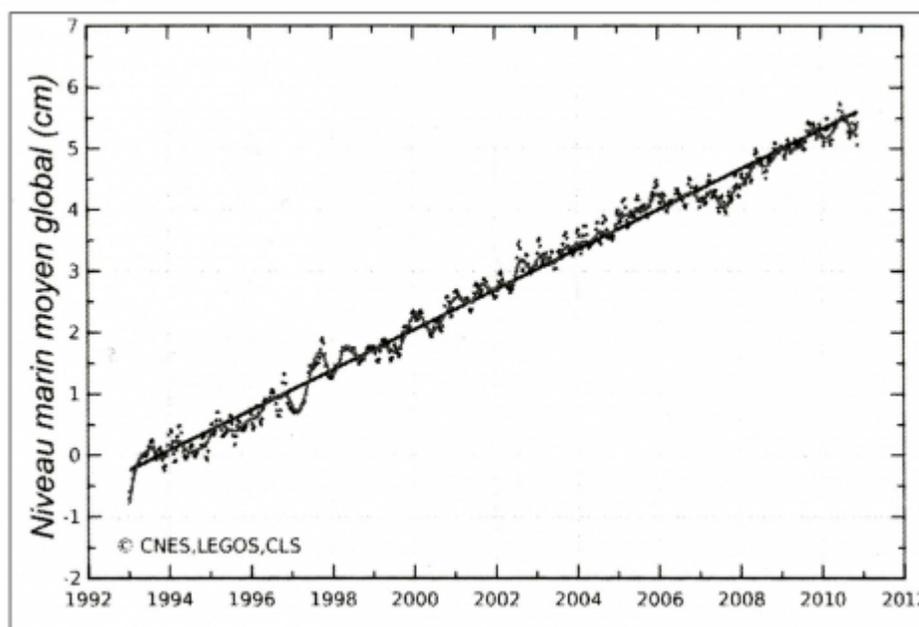
### **3.2. Réflexion autour d'une adaptation technique fine du pertuis de La Fourcade comme réponse aux limites actuelles de la gestion des grands étangs du système Vaccarès**

- 37 Compte tenu de cette situation et des fortes pluies récurrentes – six situations de ce type se sont produites durant ces dix dernières années – remplissant rapidement le bassin sans possibilité d'évacuation immédiate, des solutions s'imposent pour pallier ces difficultés. Les deux stations de pompage existant au nord du système sont insuffisantes pour évacuer rapidement des volumes importants (pompes vieillissantes ou inadaptées à cette fonction). Le recours à l'installation de pompes suffisamment puissantes ailleurs, par exemple le long de la Digue-à-la-Mer, nécessiterait des coûts nécessairement très élevés et laisserait entier le problème du recrutement des poissons et celui de l'activité halieutique qui en dépend, d'autant qu'un cantonnement de pêche dans le golfe de Beauduc est en cours de réalisation, sous l'égide du PNRC.
- 38 *A minima*, un élargissement du pertuis de La Fourcade apparaît indispensable. Mais est-ce suffisant pour favoriser les échanges biologiques entre mer et étangs ? Laisser pénétrer et sortir librement la mer en temps ordinaire à travers le pertuis de la Fourcade, hors tempêtes marines ou hauts niveaux de la mer, pourrait jouer ce rôle. Cela suppose d'élargir la dimension des vannes, donc l'emprise du pertuis, qui ne laissent actuellement qu'un très faible passage utile aux transferts d'eau.
- 39 L'ouverture des vannes du pertuis est actuellement à la charge d'un garde-digue qui, pour des raisons pratiques évidentes, ne peut garantir la réactivité nécessaire à l'utilisation optimale des quelques fenêtres hydro-météorologiques permettant l'évacuation des eaux de l'étang et, plus encore, le recrutement biologique. L'automatisation du système pourrait donc améliorer l'efficacité du pertuis par l'adaptation automatique aux fluctuations des décotes étangs-mer en situation normale comme en situation de crise. Les vannes se fermeraient alors en cas de mer haute pour s'ouvrir, toujours selon les décotes, afin de favoriser les échanges et stabiliser le taux de salinité des étangs à une valeur proche de celle de la Méditerranée (37,5 g/l). Ce système se rapprocherait de celui du barrage anti-sel situé sur le canal d'Arles à Bouc à l'est du Grand Rhône. C'est un ouvrage qui régule

l'écoulement d'un bassin-versant d'environ 100 km<sup>2</sup> entre Durance et mer et fonctionne parfaitement en ce qui concerne les besoins en eau douce techniques et industriels du Grand Port Maritime de Marseille, en empêchant l'eau de mer de remonter au-delà de l'ouvrage en cas de forts niveaux marins. Une automatisation des vannes de la Fourcade paraît d'autant plus nécessaire que la manipulation manuelle des vannes ne permet pas de maximiser le peu d'efficacité du pertuis et d'utiliser les opportunités des marées mêmes faibles en Méditerranée (le maximum de la marée y atteint 80 cm) et des vents favorables, notamment d'orientation nord ou nord-ouest.

- 40 Si l'amélioration des conditions nécessaires aux flux piscicoles semble possible, le maintien d'un niveau d'eau autour de +0,15 m NGF, voire +0,20 m NGF, favorisé par l'automatisation des vannes, doit être mis en regard avec les scénarios d'élévation du niveau marin.

Figure 6 : Courbe d'évolution du niveau moyen global de la mer selon les observations des satellites altimétriques TOPEX/Poseidon et Jason de 1993 à 2011



(CNES.LEGOS, 2012), d'après Brunel (2012 : 58).

- 41 Si l'élévation conserve sa tendance actuelle ou s'accroît, la nécessité de réaliser des endiguements le long des rives des étangs, notamment du Vaccarès, pour protéger les propriétés riveraines d'une érosion de leur propriété, pourrait alors se faire sentir. En l'état actuel, il paraît plausible que de tels aménagements n'emporteraient pas l'approbation générale, et ce en fonction de leur intégration paysagère, du rapport entretenu par la sphère gestionnaire à l'artificialisation des milieux et, plus largement, du coût d'entretien des ouvrages. Les possibilités actuelles de mise en place d'une gestion de l'eau adaptée aux besoins des usages et à la présence humaine en Camargue semblent aujourd'hui atteindre leurs limites. Quelles que soient les protections dures que l'on pourra développer le long de la côte, le problème de l'élévation du niveau marin, dans la tendance actuelle, devrait théoriquement se poursuivre, obligeant à revoir les représentations d'une « Camargue éternelle » et immuable (Picon 1988).

- 42 Via la marinisation du système Vaccarès, les étangs, dont la gestion devient de plus en plus difficile, devraient se rapprocher d'un fonctionnement lagunaire permanent. L'impact des polluants, qu'ils soient d'origine agricole ou domestique, pourrait être atténué par dilution et brassage. Ce scénario, développé par des études spécifiques accompagnées de la mise en place d'appareils de mesures fiables et en continu sur les points stratégiques (niveaux mer-étangs, salinités, entrées d'eau douce, qualité des eaux, etc.), pourrait être porté au débat. La question des intrants fait par ailleurs l'objet d'un plan d'actions (dit « plan de Fumemorte »), inscrit au Contrat de delta (PNRC, 2012), qui consiste

notamment à intervenir en amont sur les pollutions en développant des expériences de pratiques culturelles moins consommatrices en eau (riz « à sec ») et déversant de ce fait moins d'effluents dans le Vaccarès. Par-delà la question des polluants, la Réserve Nationale de Camargue revendique de pouvoir retrouver une variabilité saisonnière propre aux lagunes méditerranéennes, avec en particulier des périodes d'assec. Le recours à un système automatisé d'ouverture des vannes du pertuis (agrandi) de La Fourcade et le principe d'un fonctionnement lagunaire des étangs marinisés rencontreraient-ils cet objectif ?

## Conclusion

- 43 Que nous enseignent les possibilités nouvelles qui s'offrent à la gestion hydraulique du delta du Rhône quant à la contribution des actions de restauration écologique et de renaturation à la gestion globale de l'eau ?
- 44 Face aux contraintes liées aux événements météorologiques extrêmes conjugués à l'élévation du niveau marin, et pour autant que le maintien de la diversité des usages fournit un objectif à la gestion, l'adaptation d'un hydrosystème s'exerce à deux niveaux. Elle peut être l'optimisation de la structure existante, sur les plans matériel (aménagement) et social (organisationnel). Elle peut être également, spécialement quand le premier niveau s'avère insuffisant, un « méta-changement », c'est-à-dire la constitution de nouveaux principes de fonctionnement du système. Pour le premier type de changement, nous avons pu voir que le système camarguais tendait à une limite, peu de marges de progression semblaient lui rester tant sur le plan organisationnel que sur le plan de l'amélioration des systèmes déjà existants, sauf à en changer les principes de fonctionnement. C'est précisément à cela qu'appelle la renaturation couplée à une amélioration de la gestion par une « sophistication technique ». Par une modification du rôle attribué à la naturalité dans la gestion, elle permet un « pas de côté » rendant possible un rapport nouveau à la « sophistication technique » qui peut, dès lors, venir en appui aux processus naturels. Ce n'est donc pas sur l'opposition entre le choix d'actions d'aménagement technique et l'option environnementaliste que reposent les capacités adaptatives du delta du Rhône à l'élévation du niveau marin, mais plus sûrement sur la mise des deux options, rendus ainsi complémentaires, au service de l'exigence de maintenir la plus grande diversité d'usages du territoire. Reliant et mettant en interdépendance les différentes activités humaines, la gestion de l'eau devient dans ce cadre une thématique particulièrement pertinente pour penser la renaturation. Ces nouveaux choix de gestion devront cependant tenir compte d'une élévation du niveau marin qui se poursuit depuis plusieurs siècles mais qui posera de plus en plus de problèmes lors des surcotes marines (Brunel, 2012).

---

## Bibliography

Proceedings of the Camargue Zoological and Botanical Reserve n ° 22, year 1938, *Bulletin of the National Acclimatization Society*, N ° 1-2, Paris, 1939, pp. 13 and 22, consulted in May 2012, URL: <http://www.reserve-camargue.org/spip.php?rubrique19>

Allouche A. et Nicolas L., 2011, Droits liés à l'eau dans la Camargue insulaire : À la croisée de la gouvernance environnementale et de la gestion des risques, *Regions & Cohesion*, 1(3), pp. 67-92. DOI : 10.3167/reco.2011.010304

Allouche A., Dervieux A., Nicolas L., Allard P., Voiron C., Chauvelon P., Grillas P., Marche S., Morschel J., Picon B., Radakovitch O., Vallet-Coulomb C., 2012, *CAMPLAN : Gestion intégrée d'un hydrosystème : Camargue et Plan du Bourg*, Rapport final, Prog. « Eaux & Territoires », Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'Énergie, 295 p.

Arnaud-Fassetta G., Landuré C., 2003, Hydroclimatic hazards, vulnerability of societies and fluvial risk in the Rhône Delta (Mediterranean France) from the Greek period to the Early Middle Ages, in

Fouache E., *The Mediterranean World Environment and History*, Proceedings of the International Conference « Environmental Dynamics and History in Mediterranean Areas » held in Paris, 24-26 April 2002, Paris : Elsevier, pp. 51-76.

Aznar J.-C., Dervieux A., Grillas P., 2003. Association between aquatic vegetation and landscape indicators of human pressure : *Wetlands*, vol. 23, pp. 149-160.  
DOI : 10.1672/0277-5212(2003)023[0149:ABAVAL]2.0.CO;2

Aznar J.C., Aznar, J.-C., Dervieux, A., Grillas, P., 2009, Conséquences des changements de la gestion de l'eau sur la composition de la végétation aquatique en Camargue entre 1980 et 2000, in Monaco A. et Ludwig W., *La zone atelier ORME*, Versailles : QUAE Éditions, pp. 123-134.

Beltrando G., 2011, *Les climats : processus, variabilité et risques*, Paris : Armand Colin, Coll. U, 2ème édition, 286 p.

Brunel C., Sabatier F., 2009, Potential influence of sea-level rise in controlling shoreline position on the French Mediterranean Coast, *Geomorphology*, vol. 107, N° 1-2, pp. 47-57.  
DOI : 10.1016/j.geomorph.2007.05.024

Brunel C., 2012, *Tempêtes et élévation marine sur les plages françaises de Méditerranée*, Paris : L'Harmattan, Milieux naturels et sociétés, Approches géographiques, 285 p.

Chauvelon P., Sandoz A., Heurteaux V., Berceaux A., 2001, Satellite remote sensing and GIS used to quantify water input for rice cultivation (Rhône delta, France). *Remote Sensing and Hydrology 2000*, Proceedings of a symposium held at Santa Fe, New Mexico, April 2000, in Manfred O., Brubaker K., Ritchie J. & Rango A., IAHS Publ. N° 267, pp. 446-450

Compte rendu de la CEDE du 17. 09. 97, p. 2, Archives du PNRC.

DDA des Bouches-du-Rhône, *La maîtrise des plans d'eaux en Camargue - Livre blanc (1974-75)*

Dervieux A., Allard P., Naizot T., Auda Y., 2002, La Camargue est-elle un polder ? Changement et stabilité dans le delta du Rhône depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle, in Richard H. et Vignot A., *Équilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers millénaires en Europe de l'ouest*, Actes du colloque de Besançon, sept 2000, Besançon : Presses Univ. Franc-Comtoise, pp. 351-365.

Heurteaux P., 1994, Essai de quantification des termes du bilan hydrique des étangs du système Vaccarès Camargue (France), *Annales de Limnologie*, vol. 30, N° 2, pp. 131-144.  
DOI : 10.1051/limn/1994009

Heurteaux P., 1992, Modification du régime hydrique et salin des étangs du système Vaccarès liées aux perturbations anthropiques des cinquante dernières années, *Annales de Limnologie*, vol. 28, N° 2, pp. 125-138.  
DOI : 10.1051/limn/1992014

*La terre et la vie revue d'histoire naturelle*, n° 1, 1954, 67 p.

Picon B., 1988, *L'espace et le temps en Camargue*, Arles : Actes Sud, 231 p.

PNRC/BRL Ingénierie, Étude hydraulique et hydrobiologique des canaux de Camargue, 2004, VOL. 1, 3 p.

PNRC, 2012, *Contrat de delta Camargue Insulaire*. Résumé du dossier définitif. Parc Naturel Régional de Camargue, 22 p.

Sabatier F., Modélisation de l'impact du changement climatique sur l'érosion des dunes. Cas pilote du nord du golfe de Beauduc (Camargue), in Monaco A., Ludwig W., Picon B. et Provansal M. (coord.), *Le golfe du Lyon. Un observatoire de l'environnement en Méditerranée*, Versailles : QUAE Éditions, pp. 315-322.

---

## Notes

1 Le travail présenté ici s'appuie sur des recherches effectuées sur le delta du Rhône depuis une quinzaine d'années à partir du Programme National de Recherches sur les Zones Humides (PNRZH, Aznar *et al.*, 2000). Les programmes Liteau et Eaux et Territoire du Ministère de l'Écologie nous permettent aujourd'hui d'y poursuivre des recherches interdisciplinaires (Allouche *et al.*, 2012).

2 Une quarantaine d'entretiens ont été menés dans le cadre des récents programmes principalement par Laurence Nicolas, ainsi qu'une cinquantaine de réunions auxquelles ont participé l'ensemble des auteurs alliant observation directe et participante, notamment du fait d'Alain Dervieux, membre du conseil municipal arlésien et administrateur du Parc naturel régional de Camargue (PNRC). Enfin le travail se base également sur l'analyse des retranscriptions intégrales des commissions exécutives de l'eau (CEDE) entre 2009 et 2011 réalisée par Aurélien Allouche et complétée par les archives historiques de la CEDE généreusement mises à disposition par le PNRC.

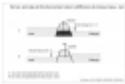
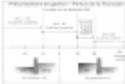
3 Plus de 300 g/l de sel.

4 Toutes les séances se déroulent, sauf exception, au Parc Naturel Régional et sont animées par le chargé de mission « eau et milieux aquatiques » du Parc.

5 La demande d'expertise de l'ancien ouvrage du pertuis de Rousty avait été demandée dès la commission du 4 juillet 1996, le pertuis sera définitivement réhabilité en septembre 1998.

6 Le PNRC est devenu syndicat mixte depuis février 2011, au même titre que les autres Parcs français.

## Table des illustrations

	<b>Titre</b>	Figure 1 : Schéma fonctionnel de gestion des eaux dans l'Île de Camargue]
	<b>Crédits</b>	Source : AD - DESMID ESPACE - 2013.
	<b>URL</b>	<a href="http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-1.jpg">http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-1.jpg</a>
	<b>Fichier</b>	image/jpeg, 144k
	<b>Titre</b>	Figure 2 : Les bassins de drainage (gérés par des ASA) et les principaux canaux de l'Île de Camargue
	<b>Crédits</b>	Source des données : PNRC/Syndicat de gestion des ASA du Pays d'Arles.Réalisation : PNRC/Laurence Agulhon - Août 2003/Ref : BaseEAU_drainagePublié avec l'aimable autorisation du Parc Naturel Régional de Camargue]
	<b>URL</b>	<a href="http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-2.jpg">http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-2.jpg</a>
	<b>Fichier</b>	image/jpeg, 276k
	<b>Titre</b>	Figure 3 : Fonctionnement du pertuis de La Fourcade
	<b>Crédits</b>	Ce schéma est valable dans son principe pour les deux autres pertuis.A. Dervieux, 2012 - DESMID - UMR ESPACE/CNRS-amu.
	<b>URL</b>	<a href="http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-3.jpg">http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-3.jpg</a>
	<b>Fichier</b>	image/jpeg, 96k
	<b>Titre</b>	Figure 4 : Schématisation du modèle de décision par différentiel mer-étang
	<b>Crédits</b>	Schéma réalisé par Marie Granier (chargée de mission « eau » PRNC et secrétariat CEDE pour la CEDE avec A. Dervieux.
	<b>URL</b>	<a href="http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-4.jpg">http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-4.jpg</a>
	<b>Fichier</b>	image/jpeg, 108k
	<b>Titre</b>	Figure 5 : Schéma de circulation potentielle des eaux et en cours d'expérimentation dans les anciens salins
	<b>Légende</b>	Les brèches (matérialisées par les trois flèches en pointillés au sud) dans les digues en cours de dégradation ne sont pas actives de façon permanente. Les deux flèches plus réduites sur le cordon littoral oriental sont des passages très occasionnels, naturels ou mécaniques].
	<b>Crédits</b>	Source : PNRC.Conception : SIGPNRC-09-2011, pôle EVAPSources : d'après cotes de niveau SALICAM ; FOND : BD ORTHO © © IGN - PFAR CRIGE PACA 2000 ; TOPOBATHY_FANGASSIER.mxd.
	<b>URL</b>	<a href="http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-5.jpg">http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-5.jpg</a>
	<b>Fichier</b>	image/jpeg, 156k
	<b>Crédits</b>	(CNES.LEGOS, 2012), d'après Brunel (2012 : 58).
	<b>URL</b>	<a href="http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-6.jpg">http://journals.openedition.org/tem/docannexe/image/2768/img-6.jpg</a>
	<b>Fichier</b>	image/jpeg, 107k

## Pour citer cet article

### Référence électronique

Aurélien Allouche, Alain Dervieux et Laurence Nicolas, « Adaptation aux changements par renaturation dans une zone humide littorale, le delta du Rhône (France du sud). Une réponse à l'épuisement d'une gestion concertée de l'eau ? », *Territoire en mouvement Revue de géographie et*

## ***Auteurs***

### **Aurélien Allouche**

Sociologue, RESSOURCE  
5741 VC de Servannes  
13280 MOULES  
[a.allouche@ressource-sciences-sociales.net](mailto:a.allouche@ressource-sciences-sociales.net)

### **Alain Dervieux**

Ecologist  
DESMID- ESPACE UMR 7300 CNRS-AMU  
1 rue Parmentier  
13200 ARLES  
[alderv.desmid@wanadoo.fr](mailto:alderv.desmid@wanadoo.fr)

### **Laurence Nicolas**

Anthropologist  
DESMID- ESPACE UMR 7300 CNRS-AMU  
1 rue Parmentier  
13200 ARLES  
[laurence.b.nicolas@wanadoo.fr](mailto:laurence.b.nicolas@wanadoo.fr)

---

## ***Copyright***



Territory in Motion is made available under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license .