

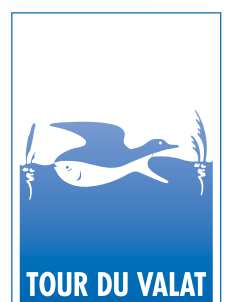
# Regards croisés

sur 20 ans d'expériences  
en Camargue

Sciences & Gestion



Centre de recherche  
pour la conservation  
des zones humides  
méditerranéennes





*La Tour du Valat - Fondation reconnue d'utilité publique - développe depuis plus de 50 ans des programmes de recherche pluridisciplinaires sur le fonctionnement des zones humides méditerranéennes. Ses équipes se sont fixé comme mission "d'arrêter la perte et la dégradation de ces milieux et de leurs ressources naturelles, de les restaurer et de promouvoir leur utilisation rationnelle".*

**Avec le soutien financier de :**



*Ce document est associé à un CD qui retranscrit intégralement les actes et les présentations Power point de l'atelier : "Biodiversité et zones humides en Méditerranée. Entre recherche et gestion, partager l'expérience de la Camargue".*

**Ont contribué à cet ouvrage :**

**• Rédaction :**

Jean E. Roché à partir des conférences présentées au séminaire par P. Allard (CNRS - DESMID) ; S. Chiron (Université de Provence) ; A. Dervieux (CNRS-DESMID) ; R. Gal (PNRC) ; A. Lieutaud (MEDDTL) ; R. Mathevet (CNRS-CEFE) ; B. Picon (CNRS-DESMID) ; F. Sabatier (Université de Provence - CEREGE) ; Ph. Chauvelon, A. Crivelli, J. Jalbert, Ch. Perennou, B. Poulin (Tour du Valat).

**• Crédits photos :**

Jean E. Roché (couverture - haut) ; Hellio et Van Ingen (photos Turquie p. 27) ; G. Hemery (PNRC - p. 23) ; H. Hôte (Agence Caméléon - portrait p. 15) ; C. Naudot (Collection PNRC - Musée de la Camargue - Numérisation David Huguenin - p. 8 et 9) ; A. Dervieux (Desmid - p. 25) ; Tour du Valat : Ph. Chauvelon (p. 9 et 25), D. Cohez (p. 10 et 23), T. Galewski (p. 6, 11 et 29), M. Gauthier-Clerc (p. 7 et 24), P. Grillas (p. 10), A. Loubet (p. 17), F. Maisongrande (p. 28), B. Poulin (p. 12 et 13), H. Rodriguez (dernière de couverture), M. Thibault (p. 5), G. Vandenberghe (p. 14) ; Wetlands International (p. 6).

**• Conception Graphique :** Guillaume Baldini

**• Illustration :** Cyril Girard

**• Impression :** Pure Impression

*en octobre 2011 avec encres végétales sans solvant  
et sur papier certifié PEFC 70% - FCBA/08-008892*

# Sommaire

Préambule .....	4
Le bassin méditerranéen, espace de toutes les tensions et foyer de biodiversité .....	6
La Camargue, un “socio-écosystème” en perpétuel changement .....	8
<b>La Biodiversité</b>	
» L’Indice Planète Vivante : un outil prometteur pour la gestion .....	10
» La recherche sur une espèce au service de la conservation du milieu : le cas du Butor étoilé .....	12
» Quand la restauration suscite la recherche : l’exemple de l’anguille .....	14
<b>L’Eau</b>	
» Flux hydriques : de la compréhension à la scénarisation .....	16
» Pollution des eaux et pesticides .....	18
» Mobilité du littoral : le fleuve et la mer en question .....	20
<b>La Gouvernance</b>	
» Origine et affirmation de la grande propriété .....	22
» La gouvernance contemporaine : concilier production et préservation .....	24
» Une expérience de gouvernance opérationnelle : la CEDE .....	25
» Entre recherche et gestion, les systèmes d’observation .....	26
Perspectives .....	28

# Préambule

La Camargue est probablement le lieu en France possédant le plus grand nombre et la plus forte diversité d'espaces naturels protégés, depuis la Réserve nationale de Camargue, établie en 1927, jusqu'au vaste site des anciens salins de Beauduc récemment acquis par le Conservatoire du Littoral. Elle est également, depuis des décennies, un objet de recherche privilégié, investi en particulier par la Tour du Valat et le CNRS. Plus récemment, les programmes de recherche financés par le Ministère de l'Ecologie ont fait de la Camargue un véritable laboratoire d'expériences pluridisciplinaires.

• Une cinquantaine de participants étaient réunis pour ces journées d'échanges d'expériences.



**L'atelier d'échanges sur les programmes de recherche et de gestion liés à la biodiversité de la Camargue qui s'est tenu les 26 et 27 avril 2010, a réuni, pour la 1ère fois, chercheurs et gestionnaires d'espaces naturels venus de Camargue, de France et de l'autre côté de la Méditerranée. Ils se sont retrouvés pour :**

- porter un regard rétrospectif sur les apports de vingt ans de recherche en appui aux politiques publiques de la biodiversité et des zones humides,
- faire un point sur les thématiques de recherches, leurs apports aux gestionnaires et les problématiques émergentes,
- mettre les connaissances sur la Camargue en regard d'autres zones humides en Méditerranée.

Leurs regards croisés ont permis de mettre en évidence l'immense plus-value qu'apporte cette expertise scientifique au questionnement des gestionnaires, mais également les obstacles rencontrés.



Les travaux de recherche menés sur le delta du Rhône au cours des deux dernières décennies ont été analysés au cours de ces journées à travers le triple prisme de la biodiversité, de l'eau et de la gouvernance. Au-delà de la relation entre

chercheurs et gestionnaires d'espaces naturels, s'est posée la question de la mobilisation de cette expertise pour l'aide à la décision.

Face aux défis des décennies à venir, il apparaît plus que jamais nécessaire de renforcer les passerelles, promouvoir le dialogue entre chercheurs et gestionnaires du territoire pour éclairer les décisions, mettre en œuvre une gestion adaptative, respectant la dynamique du delta, et inventer des futurs pour ce milieu d'exception qu'est la Camargue.

*Ce document est une synthèse de l'atelier d'échanges sur les programmes de recherche et de gestion liés à la biodiversité de la Camargue organisé les 26 et 27 avril 2010 à la Tour du Valat (Arles) par la Direction Recherche et Innovation du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM), la Fondation Total, la Fondation Prince Albert II de Monaco, et la Fondation Tour du Valat. Cet atelier a été organisé dans le cadre du programme de recherche LITEAU et de l'année internationale de la biodiversité 2010. Une cinquantaine de personnes - scientifiques et gestionnaires d'espaces naturels protégés - travaillant sur la Camargue mais aussi sur le pourtour méditerranéen ont participé à ces journées.*



# Le bassin méditerranéen, espace de toutes les tensions et foyer de biodiversité



● *Grues  
cendrées  
dans le  
marais  
de Hula,  
Israël.*

Le bassin méditerranéen est l'un des trente quatre “points chauds” de biodiversité de notre planète. Cette situation tient à des facteurs naturels (carrefour de l’Afrique, du Moyen-Orient et de l’Europe, reliefs, diversité de climats...) mais aussi humains, de nombreuses civilisations ayant façonné les paysages depuis des millénaires. La biodiversité y reste cependant mal connue et surtout très menacée.

L'eau est également un enjeu clé. Indispensable à la vie et aux sociétés humaines, elle est très inégalement répartie entre les rives nord et sud de la Méditerranée, et très convoitée. Cette ressource précieuse est non seulement gaspillée abondamment (35 % sont perdus dans les réseaux agricoles, industriels et domestiques) mais tend à être surexploitée par une agriculture en voie d'intensification, une population croissante et un tourisme en pleine expansion. La pression croissante de 17 % par an pose déjà le problème du renouvellement de la ressource et de la satisfaction des besoins des populations.



Ce développement mal maîtrisé et les pressions qui l'accompagnent, impactent les zones humides (pollutions, surexploitation des ressources naturelles, drainage...), leur biodiversité et l'ensemble de la planète. Ainsi, avec seulement 7 % de la population, les pays méditerranéens génèrent 10 % de "l'empreinte écologique" mondiale.

Il est donc devenu indispensable dans ces pays de repenser le mode de gestion des zones humides. La "gouvernance" y est traditionnellement descendante, correctrice, réglementaire. Elle s'exerce dans des contextes politiques, économiques et naturels très divers. L'enjeu principal est de passer à une "gouvernance" anticipatrice, participative et intégrée. Deux cadres peuvent y contribuer. Le premier est la Convention de Barcelone, seule convention rassemblant tous les états du pourtour méditerranéen. Elle comprend deux protocoles pertinents pour les zones humides : l'un sur la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) récemment ratifié, l'autre sur la biodiversité et les aires spécialement protégées, qui offre déjà une bonne plateforme de travail. Le second cadre est l'Initiative Medwet qui regroupe 27 pays méditerranéens, des centres de recherche et de nombreux partenaires institutionnels et techniques pour une gestion durable et rationnelle des zones humides.

L'engagement de ces pays devrait permettre d'améliorer la cohérence entre les politiques environnementales et les autres politiques sectorielles et de renforcer le développement d'expériences de gestion participative, déjà nombreuses et riches d'enseignement.



*Les marais de Camargue et le pôle industriel de Fos-sur-mer.*



*Exemple de guide de gestion MedWet.*



*Point d'eau pour la population et les animaux, près du lac Ichkeul, Tunisie.*

# La Camargue : un “socio-écosystème” en perpétuel changement

Pendant des siècles, les populations vivant dans le delta du Rhône n’ont dû leur subsistance qu’à leur capacité à s’adapter à la variabilité des conditions naturelles. A partir du XII<sup>ème</sup> siècle, les aménagements (digues, drainages) ne cessent de s’étendre et se parachèvent en 1869 avec l’endiguement complet des deux bras du fleuve. Cette maîtrise de l’eau et de l’espace va donner naissance à de nombreux conflits et à deux paradoxes qui forgeront une identité du territoire où homme et nature sont étroitement liés.

Le premier vient d’un conflit d’usage de l’eau entre agriculteurs et saliniers. Au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, la protection du delta par les digues a privé les terres agricoles des inondations habituelles et engendré leur salinisation. Favorisée par l’introduction de la machine à vapeur, une agriculture irriguée s’impose, au profit de la vigne d’abord puis du riz. Cette introduction massive d’eau douce dans le delta s’opère à partir des années 1880 peu après les débuts d’une production de sel à grande échelle (1855), laquelle introduit d’énormes quantités d’eau salée dans le delta. Le conflit résultant se solde en 1906, devant les tribunaux, en faveur des saliniers. Cependant, malgré l’interdiction, les agriculteurs persistent à évacuer leurs eaux de drainage dans l’étang du Vaccarès et les étangs inférieurs, objets du conflit. En acceptant alors de confier cette propriété (plus de 10 000 ha) à une société de protection de la nature (la SNA devenue SNPN), les saliniers font émerger un troisième acteur important dans le delta mais aussi le premier paradoxe : donner une image de nature sauvage à préserver, à un espace dont l’hydrologie est artificielle.

*Enrochements d’une digue, plage Ouest  
du village des Saintes-Maries-de-la-Mer  
(emplacement du port actuel).  
Début du XX<sup>ème</sup> siècle.*







● *Battage du sel par les ouvriers de la Société Péchiney à Salin-de-Giraud. Début du XX<sup>ème</sup> siècle.*

Le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle voit aussi émerger le mouvement des Féli-bres, en lutte contre le pouvoir central, qui

prend fait et cause pour la Camargue. Ce territoire exposé à une dégradation de ses milieux naturels mais aussi de sa culture, lui apparaît comme un martyr du progrès et un excellent terrain d'expression de la résistance de la Provence à la France. Naît de cet affrontement, l'image d'une Camargue semblable à un "isolat naturel et culturel", second paradoxe tant ce delta est le fruit d'influences extérieures par son hydrologie, ses milieux naturels et ses populations humaines.

Ce n'est qu'à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, à la suite des graves inondations des années 1990, que renaît la notion d'adaptation aux variations naturelles. Et avec elle, l'idée d'une gestion - du risque notamment - négociée et visant à la réconciliation des activités humaines avec la préservation d'un capital de nature. Dans le territoire instable qu'est le delta du Rhône, le concept de développement durable, en plein essor, résonne plus qu'ailleurs et tend à façonner une nouvelle identité, celle d'un territoire d'expérimentations.

**En croisant aujourd'hui les dynamiques naturelles, économiques et sociales, nous prenons conscience de l'urgence à décroisonner nos représentations des territoires et nos approches des problèmes. La Camargue n'est pas qu'un delta, elle est aussi un "socio-écosystème".**



● *Barrage de Vallabrègues lors de la crue du Rhône de novembre 2002.*

# La Biodiversité



Belle dame sur  
*Inula crithmoides*.

*L'érosion considérable de la biodiversité ces dernières décennies conduit à développer des outils permettant de mesurer le phénomène (indicateurs, observatoires...), à promouvoir des recherches appliquées à la gestion conservatoire des espèces et à améliorer par la recherche les pratiques de gestion existantes.*

## L'Indice Planète Vivante : un outil prometteur pour la gestion

Les zones humides méditerranéennes abritent des communautés d'espèces caractérisées par un fort taux d'endémisme : 63 % des poissons d'eau douce, 52 % des plantes à fleurs, 48 % des reptiles. Mais nombre d'espèces sont aujourd'hui menacées. C'est le cas par exemple des poissons (60 % des espèces), des amphibiens et des libellules (40 %).

Afin de mieux connaître les tendances de la biodiversité mondiale, le World Wildlife Fund et la Zoological Society of London ont construit un indice, l'Indice Planète Vivante (LPI en anglais, pour "Living Planet Index") qui réunit les tendances de milliers de populations de vertébrés à travers le monde, de 1970 à nos jours. L'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes ([www.medwetlands-obs.org](http://www.medwetlands-obs.org)) a récemment décliné cette méthodologie à ces seuls milieux afin d'étudier leur évolution, tant à l'échelle du bassin qu'à celle de sites précis.



Ibis falcinelle.



Libellule écarlate.



Rainette méridionale.

Appliqué aux populations de Méditerranée, le LPI permet de dresser un constat de l'état de la biodiversité très contrasté selon les régions, les taxons, les sites (voir Figure 1). Ainsi, la situation apparaît bien moins favorable à l'Est du bassin et autour de la mer Noire qu'à l'Ouest. La ressource en eau plus faible, la croissance économique plus récente et la démographie plus forte, pèsent sur la biodiversité à l'Est tandis qu'à l'Ouest, la protection croissante des espaces et des espèces contribuent à améliorer une situation qui s'était surtout dégradée avant 1970 (point de référence initial pour le calcul du LPI). Enfin, fait encourageant pour les politiques de conservation de la nature, l'indice tend à croître depuis une trentaine d'années dans les zones protégées, tandis qu'il stagne dans les espaces non protégés.

Figure 1 | INDICES PLANÈTE VIVANTE DES TROIS SOUS-RÉGIONS MÉDITERRANÉENNES

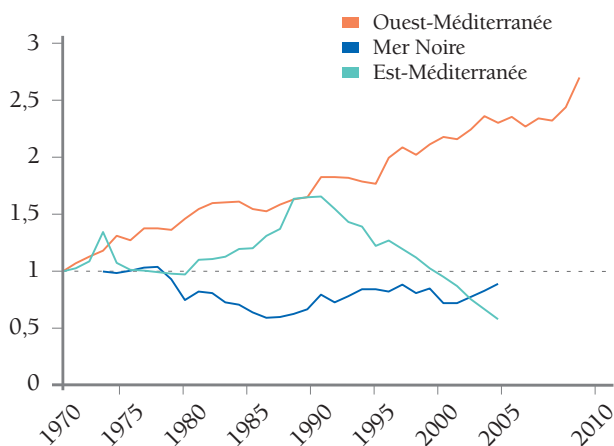
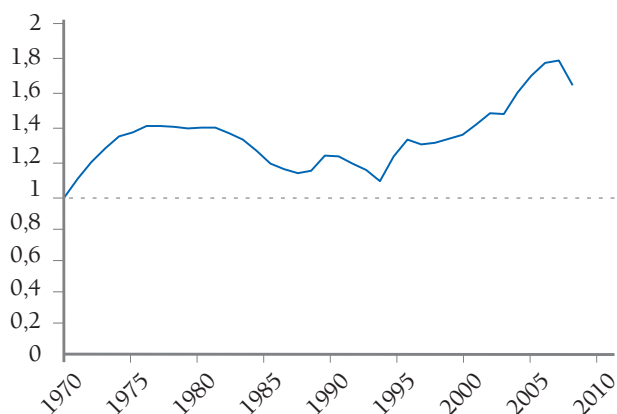


Figure 2 | INDICE PLANÈTE VIVANTE DE LA CAMARGUE



Appliqué à la Camargue, le LPI révèle une tendance globalement positive avec une augmentation de l'indice de 65 % entre 1970 et 2007 (voir Figure 2). Mais une analyse plus fine, par types d'écosystèmes ou d'espèces nuance ce résultat. Les espèces d'eaux douces, de marais et de rizières présentent une augmentation forte, liée essentiellement à celle des hérons, cigognes et ibis. En revanche, les eaux salées et saumâtres voient une stagnation de l'indice. Il en est de même pour les

milieux terrestres, où une stagnation globale sur le long terme, résultat de deux tendances inverses est observée : le déclin des espèces de pelouses et des espèces insectivores (hibou petit-duc, pie-grièche...) et l'accroissement des espèces forestières.

Les premières évaluations de la biodiversité méditerranéenne par le LPI en font un outil prometteur. Améliorer la fiabilité de son diagnostic implique de relever deux défis dans la collecte des données : diversifier le champ des taxons pris en compte et combler le déficit parfois important pour nombre d'entre eux dans le Sud et l'Est du bassin méditerranéen.

Pie-grièche  
écorcheur.





## ■ La recherche sur une espèce au service de la conservation du milieu : le cas du Butor étoilé

Inscrite à l'annexe I de la Directive oiseaux, cette espèce vulnérable et menacée possède aujourd'hui 60% de sa population reproductrice française en Camargue. La recherche sur le Butor étoilé concorde également avec la volonté de protéger son milieu naturel, la roselière, non inscrit aux annexes de la Directive habitats et pourtant riche de nombreuses autres espèces (Héron pourpré, Blongios nain, Lusciniole à moustaches...). L'aide à la gestion prend un relief particulier en Camargue, où des milliers d'hectares de cet habitat sont l'objet de nombreux usages souvent conflictuels (pêche, chasse, pâturage, coupe du roseau, écotourisme).

Un programme Life nature sur la gestion et la restauration des habitats du butor (2001-2006), coordonné par la LPO au niveau national, a été réalisé sur six sites dont deux en Camargue, les étangs du Charnier-Scamandre et les marais du Vigueirat. La Tour du Valat a été impliquée sur ces deux sites, en collaboration avec les gestionnaires.

Ce programme de recherche tire son originalité d'une ouverture très large sur les acteurs locaux et le public. Par exemple les coupeurs de roseaux ont été indemnisés, dans le cadre du programme, pour n'exploiter que la moitié de chaque parcelle. Ceci a permis de montrer que la coupe du roseau est une activité compatible avec la conservation d'une densité de roseaux secs optimale pour l'espèce.



Par ailleurs, un suivi hydrologique a été initié pour évaluer les variations de niveaux d'eau dans les zones fréquentées par les butors et les comparer à celles enregistrées dans des parcelles vouées à différents usages, par exemple à la coupe. Les résultats ont permis de mieux comprendre les compatibilités entre les besoins du butor et les gestions associées à ces différents usages et de les intégrer au plan de gestion hydrologique.

Le troisième résultat concerne l'alimentation du butor. Celui-ci est connu pour consommer principalement des amphibiens et des poissons capturés à proximité du nid. Or en Camargue, 92 % de la nourriture donnée aux poussins est constituée par l'Écrevisse de Louisiane. La présence d'espèces envahissantes n'a donc pas toujours seulement des effets négatifs.

Un modèle multi-agents a également été alimenté, qui permet de tester, sous la forme de différents scénarios, l'impact d'une gestion et du contexte socio-économique sur l'état des roselières de Camargue et sur sa biodiversité.



● *Poussin de Butor étoilé sur son nid.*



● *Coupe du roseau.*



● *La roselière, habitat favori du butor, doit idéalement être asséchée l'été et coupée l'hiver.*

### **Les applications des résultats :**

- recommandations scientifiquement fondées dans les cahiers des charges des mesures agro-environnementales et dans le plan national d'action de sauvegarde de l'espèce,
- aide au développement d'outils en télédétection pour le suivi d'indicateurs d'état des roselières (superficie, hauteur, densité, homogénéité),
- mise en place de suivis hydrologiques,
- intégration au Document d'objectif du site Natura 2000 concerné,
- formation à la gestion des roselières...

Dans ce programme, la recherche a montré bien plus que des possibilités d'applications à la gestion d'une population. Elle a mis en lumière une espèce mal connue et a contribué à la rendre emblématique et à protéger son habitat. Elle a également ouvert des perspectives pédagogiques et facilité le dialogue entre acteurs.

## ■ Quand la restauration suscite la recherche : l'exemple de l'anguille

La question de la pertinence des mesures de restauration des populations se pose avec acuité chez certaines espèces. Ainsi, la politique de repeuplement en anguilles prônée par l'Union européenne face à l'effondrement de ses populations ne fait-elle pas consensus, faute de données suffisantes attestant de son efficacité. Ces repeuplements, effectués généralement avec des anguillettes, ont jusqu'ici été pratiqués en lac dans un but productiviste - l'amélioration des pêcheries - mais rarement en rivière et moins encore dans les régions du Sud.



*Depuis les années 1970,  
la population mondiale  
d'anguilles a diminué de 70 %  
justifiant son inscription  
sur la liste rouge de l'UICN.*



Le repeuplement en rivière n'a d'intérêt que si les conditions de réussite sont réunies dans le milieu : bonne croissance des individus, taux de survie élevé et retour à la mer sans obstacle infranchissable. En outre, les sites de repeuplement doivent permettre aux anguilles de conserver ou d'acquérir toutes les capacités physiologiques indispensables à la production d'œufs et à l'accomplissement d'une migration de 6 000 km vers la mer des Sargasses. Or ces conditions sont très rarement réunies : le parasite *Aguillicola crassus* qui se fixe sur la vessie natatoire et affecte la nage est présent à peu près partout dans le monde, excepté en zone marine, et les réserves énergétiques des anguilles reproductrices sont très souvent insuffisantes (< 20 %) pour assurer à la fois migration et production d'œufs.



Dans ce contexte, une expérimentation de repeuplement en civelles, anguillettes et anguilles est lancée en 2007, dans les bassins d'une ancienne pisciculture de Camargue. Elle est menée par la Tour du Valat, avec plusieurs partenaires comme l'association Migrateurs Rhône Méditerranée (MRM, maître d'ouvrage du projet), les Amis du Vigueirat, le Politecnico di Milano et l'Université de Parme. L'objectif est d'évaluer la pertinence et l'efficacité de repeuplements de civelles dans un marais d'eau douce pour produire des anguilles argentées de bonne qualité. Pour ce faire un suivi de la croissance, de la survie et de l'état de santé (parasites, polluants) des individus est effectué.

Le sexe-ratio de la population est également calculé, la proportion des femelles étant connue pour être faible (40 %) dans les milieux productifs (Camargue) et bien plus élevé (90 %) en milieu oligotrophe, c'est-à-dire pauvre en ressources nutritives (Pologne par exemple).

Tester expérimentalement la validité d'une mesure de gestion rencontre néanmoins des difficultés de mise en œuvre (prédation des oiseaux sur les anguilles, faible taux de capture). Toutefois certains résultats sont intéressants comme par exemple la bonne croissance des individus et leur faible taux de mortalité.

*Capture  
d'anguilles.*

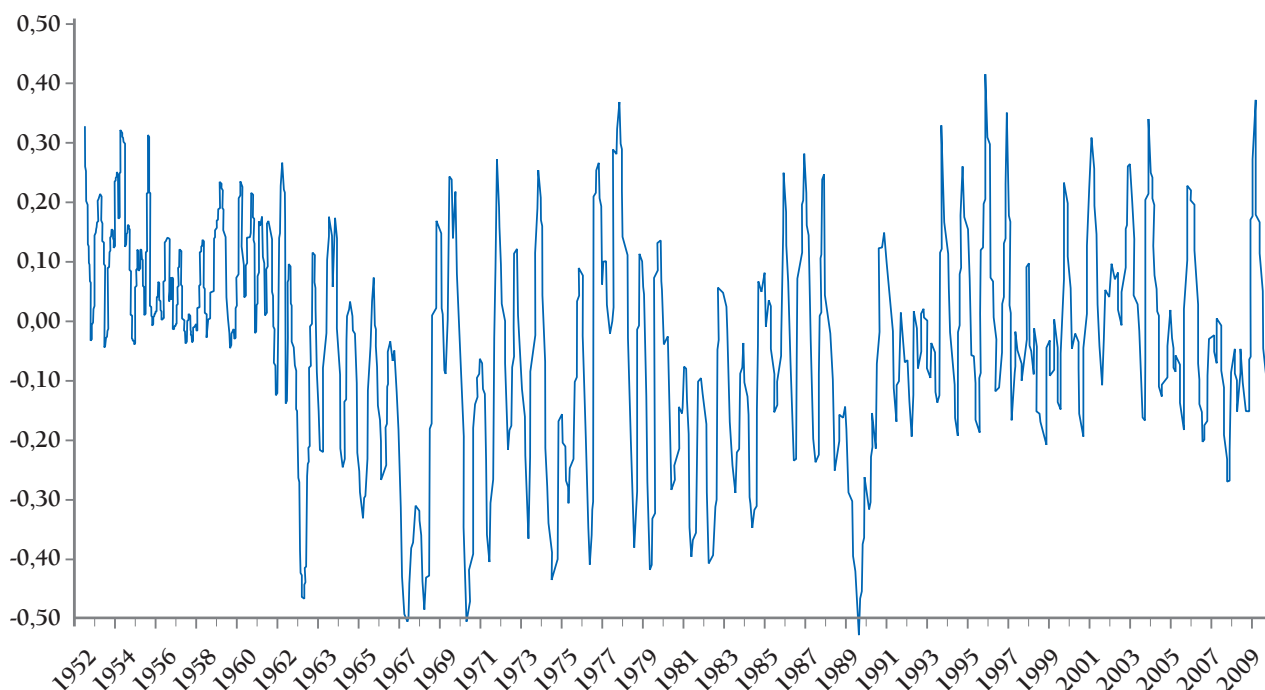


*En Camargue, la problématique de l'eau est centrale, très appliquée et multiforme : gestion des prélèvements, des flux, de la qualité, du risque... Autant de domaines explorés par la recherche.*

## Flux hydriques : de la compréhension à la scénarisation

La compréhension du fonctionnement hydraulique de la Camargue doit intégrer à la fois le contexte méditerranéen (précipitations irrégulières, faible marée) et rhodanien (puissance du Rhône, régime hydrologique hybride, vent), ainsi que la gestion active des eaux de surface à des fins agricoles, laquelle est permise par la forte poldérisation du delta (digue, canaux, pompes). La question des flux hydriques ne peut par ailleurs y être dissociée de celle de la salinisation des milieux.

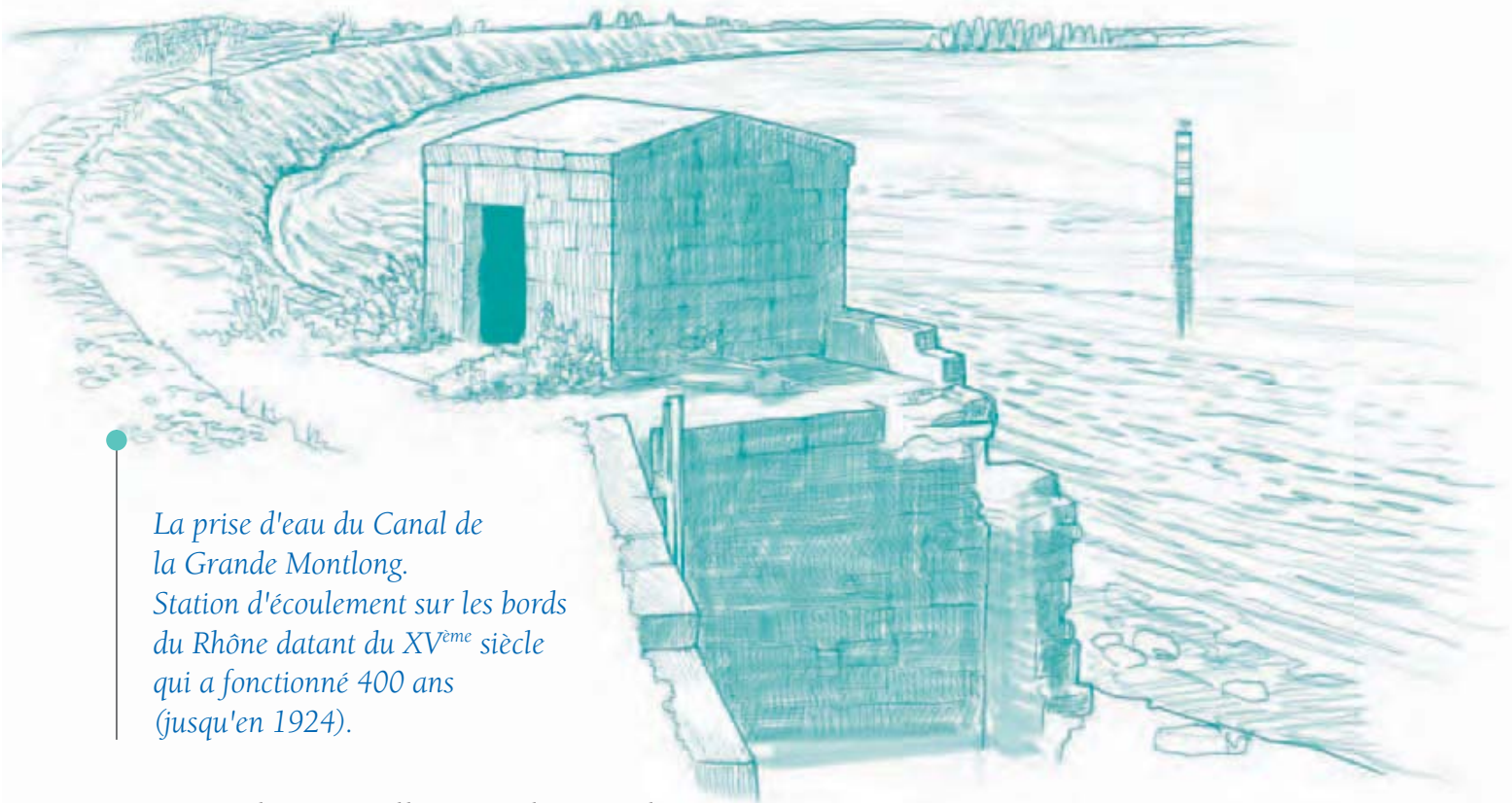
Figure 3 **ÉVOLUTION DU NIVEAU DU VACCARÈS DEPUIS 1952 (RNC)**  
 Niveau moyen mensuel du Vaccarès (m NGF) 1952 - 2009



Durant les années 1960-1990, les suivis disponibles fournissaient des éléments de compréhension des variations de niveau et de salinité dans l'étang central du Vaccarès, pièce maîtresse de l'hydrologie Camarguaise (voir Figure 3).

A partir de 1993, les inondations ont relancé la recherche en hydrologie et permis, dès 1997, de proposer dans le cadre du programme Liteau 1 une modélisation des flux intégrant les entrées d'eaux du Rhône et les échanges avec la mer.



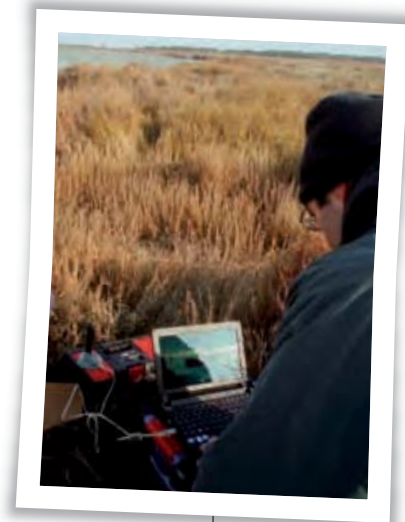


*La prise d'eau du Canal de la Grande Montlong. Station d'écoulement sur les bords du Rhône datant du XV<sup>ème</sup> siècle qui a fonctionné 400 ans (jusqu'en 1924).*

Avec les nouvelles inondations de 2002-2003, les recherches se sont orientées, dans le cadre du programme Liteau 2, vers des modèles de simulation des niveaux d'eau et de salinité dans divers contextes hydroclimatiques, en vue de fournir une aide à la gestion du territoire. Ces modèles sont tributaires de nombreuses incertitudes concernant l'importance de la montée du niveau marin, de la subsidence du delta et des entrées d'eaux agricoles résultant de la future Politique Agricole Commune de 2013. Ils sont aussi compliqués par certains objectifs du Plan-Rhône, comme la possibilité de surverse d'eau dans le delta en cas de crise hydrologique.

Les objectifs d'une meilleure gestion hydraulique seraient d'accroître la capacité de drainage de l'île de Camargue, les échanges avec la mer, ainsi que les possibilités d'introduction d'eau douce pour dessaler, si nécessaire, les étangs, et de reconnecter également le système hydraulique central avec celui du Salin-de-Giraud dans la partie récemment acquise par le Conservatoire du littoral. En un mot, retrouver un fonctionnement plus deltaïque.

De nombreux projets en cours vont dans ce sens, dont l'un, inclus dans le programme Liteau 3, qui vise à développer la pluridisciplinarité et à impliquer davantage les acteurs du territoire dans la réflexion sur les scénarios possibles d'évolution.



*Récupération des données de suivi des niveaux d'eau, de salinité et de température sur l'étang du Lion (Sonde d'acquisition en continu).*



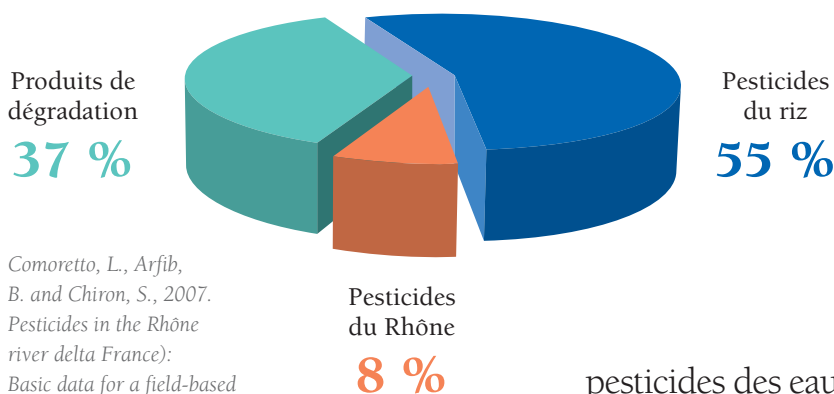
## ■ Pollution des eaux et pesticides

L'amélioration de l'efficacité des produits de traitements agricoles et le retrait de certains d'entre eux du marché génèrent un renouvellement important des pesticides utilisés sur le terrain. Cette diversité de substances contaminant les milieux et les espèces est accrue par les produits de dégradation des molécules actives dans la nature.



Figure 4

### IDENTIFICATION DES SOURCES DE POLLUTION Fréquence de détection (% des analyses)



Comoretto, L., Arfib, B. and Chiron, S., 2007. Pesticides in the Rhône river delta France): Basic data for a field-based exposure assessment. *Sci Total Environ*, 380 : 124-132.

Les travaux menés depuis 2004 par le Laboratoire de chimie de Provence ont permis, à partir de la fréquence des substances dans les analyses, d'attribuer la pollution par les

pesticides des eaux en Camargue pour 55% à la riziculture, 37% à la présence de "produits dérivés" et 8% au Rhône (voir Figure 4). Sur les 30 substances recherchées (dont 19 herbicides et 8 produits dérivés), 4 herbicides toxiques paraissent répandus : deux (oxadiazon et prétilachlore) sont utilisés en pré-semis et se fixent dans le sol et deux (MCPA et benta-zone) sont épandus en post-semis et s'observent en phase aqueuse. Dans les champs comme dans les étangs (avec des concentrations dix fois inférieures), les pics de pollution coïncident avec les pics d'épandage mais leur résilience est faible (2 semaines).

L'étude des processus de transformation menée en Camargue s'est focalisée sur l'un des processus, la photolyse (transformation sous l'effet de la lumière), jugé important en raison de la faible profondeur et de l'éclairement important des étangs. Les modèles les plus élaborés intègrent les spécificités de l'hydrodynamique et de la salinité des eaux dans le delta. Ils prédisent avec une bonne fiabilité les concentrations des "produits dérivés" dans l'étang du Vaccarès mais surestiment ceux dans les étangs inférieurs d'où l'hypothèse de l'existence d'autres sources de contamination.

De profondes lacunes persistent aujourd'hui sur la manière dont les polluants se transforment dans les systèmes lagunaires.



Levée du riz.

## RIZICULTURE INTENSIVE EN GRANDE CAMARGUE

- Poldérisée (drainée au Rhône)
- Non poldérisée



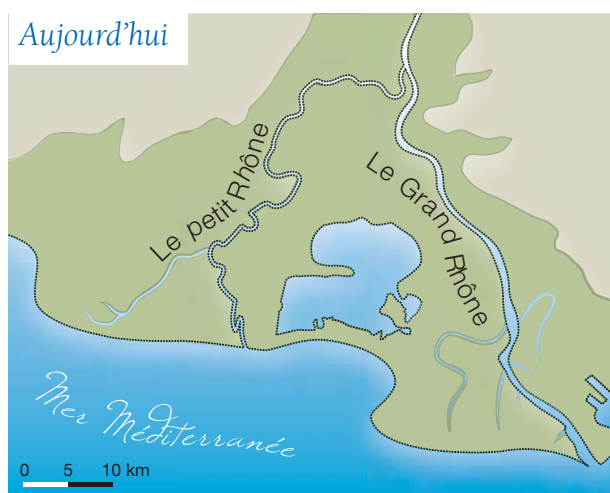
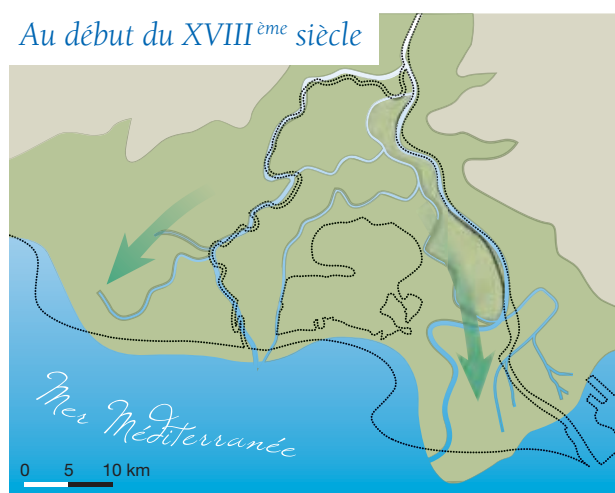
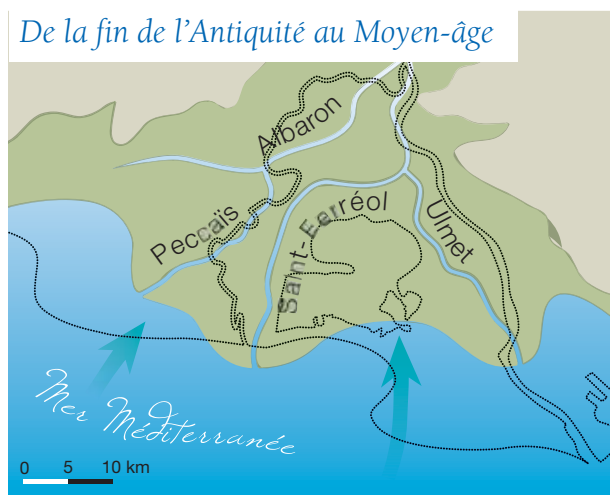
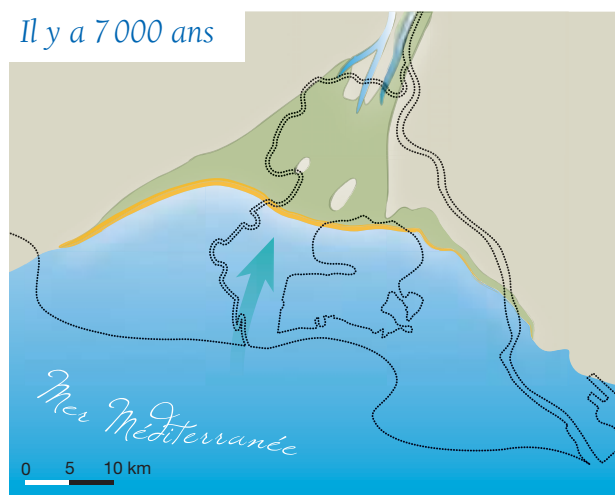
## Mobilité du littoral : le fleuve et la mer en question

La progression des deltas s'opère quand le bilan entre les sédiments expulsés par le fleuve et ceux remaniés par la mer est positif. Malgré une montée du niveau marin de 4 à 6 m durant les derniers 4 000 ans, le delta du Rhône s'est étendu, soutenu par d'importants apports fluviaux. Ce n'est plus le cas aujourd'hui.

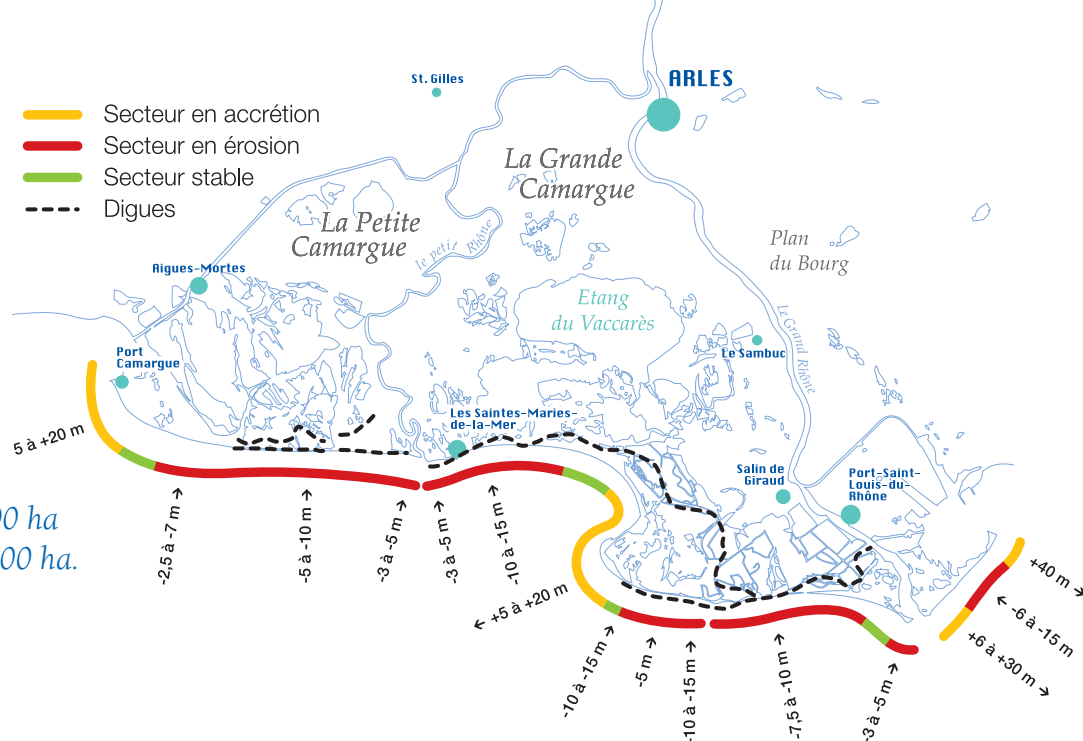
Dans le bassin versant du Rhône, dès le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, la politique de reforestation des terrains en montagne a considérablement diminué l'érosion et le volume des matériaux charriés par le fleuve. Cette réduction du transit contribue bien davantage au recul du rivage en Camargue que la rétention sédimentaire apparue, un siècle plus tard, avec la multiplication des barrages le long du cours.

La mer intervient dans ce recul, par la montée de son niveau moyen (2 mm/an), mais pour une faible part estimée aujourd'hui à 2,5 %. Déplacer le trait de côte pour une élévation donnée de la mer sur la seule base de la topographie actuelle est un calcul erroné car le processus se déroule sur des décennies. Et, en progressant, la mer tend à combler les lagunes avec les sédiments qu'elle dépose.

### HISTORIQUE DE L'ÉVOLUTION DU DELTA DU RHÔNE DEPUIS 7 000 ANS



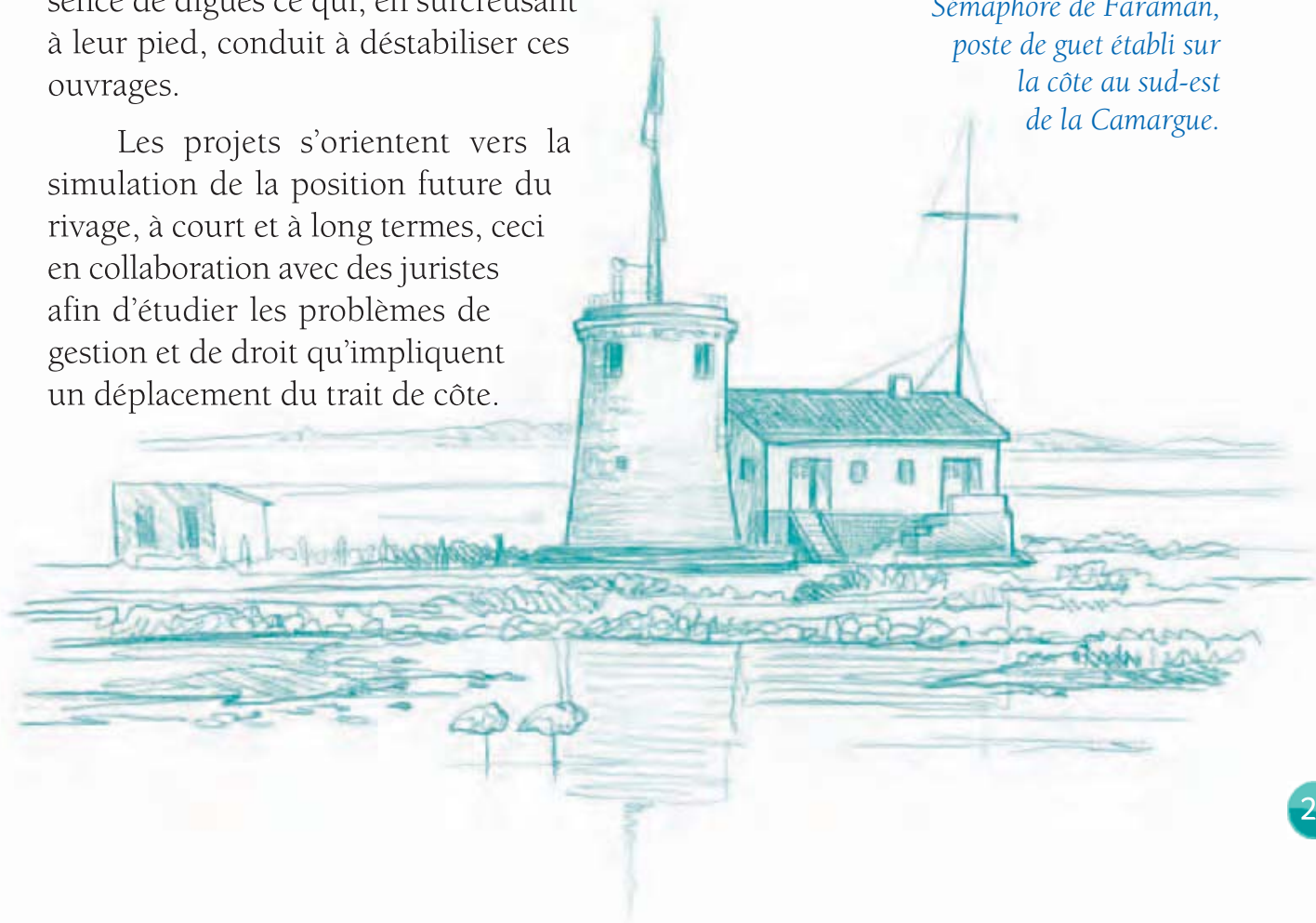
Evolution du trait de côte  
2000 / 2004 (PNRC).  
Depuis un demi-siècle,  
la mer a gagné environ 800 ha  
et les terres progressé de 600 ha.



Les modèles actuels de mobilité du littoral camarguais s'appuient sur le concept de cellules sédimentaires divisant le littoral et échangeant assez peu de matériaux entre elles mais pouvant perdre une part de leur stock, vers le large notamment (cellule en érosion), ou en recevoir (accrétion). Leur fiabilité mérite d'être améliorée par la prise en compte d'un facteur important de recul du trait de côte : l'impact des houles. Des études de courantologie littorale ont montré notamment que celles-ci engendrent des courants qui sont tangentiels à la côte en conditions naturelles, mais lui sont perpendiculaires en présence de digues ce qui, en surcreusant à leur pied, conduit à déstabiliser ces ouvrages.

Les projets s'orientent vers la simulation de la position future du rivage, à court et à long termes, ceci en collaboration avec des juristes afin d'étudier les problèmes de gestion et de droit qu'impliquent un déplacement du trait de côte.

Sémaphore de Faraman,  
poste de guet établi sur  
la côte au sud-est  
de la Camargue.



# La Gouvernance



*Lieu de civilisation, le pourtour de la Méditerranée connaît une diversité considérable de modes d'appropriation et de gestion de l'espace. Les recherches en sciences humaines dans le delta du Rhône ont beaucoup contribué à expliciter la gouvernance du territoire.*

## ■ Origine et affirmation de la grande propriété

Au XIX<sup>ème</sup> siècle, la Camargue se partage en grands domaines (environ 200) appartenant à des forains qui ne vivent pas dans le delta et en confient la gestion à des exploitants, les “mégers”. La taille des propriétés est garante de leur rentabilité car la diversité des milieux représentés (terres cultivées, pâtures, marais, étangs...) répartit les risques naturels (inondation, sécheresse...) et constitue l'assurance d'un revenu minimal. Leur vocation est agricole mais ce sont les loisirs, la chasse surtout, qui y attirent les propriétaires. La pérennité de ces grandes exploitations, dans une France où la propriété se morcelle au lendemain de la Révolution, tient au processus de transmission par ventes successives, et non, comme ailleurs, par héritage.

Au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'espace camarguais passe en partie aux mains de compagnies agricoles dans les années 1830-1840, puis industrielles. Des investisseurs extérieurs cherchent à tirer profit des ressources du delta. Les projets industriels prennent leur essor mais ceux de dessèchement à des fins agricoles échouent, mis en échec par les crues des années 1840.



*L'un des nombreux plans d'assèchement des marais de Camargue dressé en 1837 par l'ingénieur Poulle.*



*Les anciens salins acquis par le Conservatoire du littoral.*

Politiquement très influents, les propriétaires font tomber les projets de l'Etat les uns après les autres ne tolérant que des aménagements mineurs. Bien que favorables à la protection de la Camargue par des digues, ils refusent les vastes projets d'investissements en vue de l'intensification agricole. Ils préfèrent un revenu moindre si cela permet de préserver une qualité de leur domaine propice à l'exercice de la chasse.

Cette résistance contribue à la pérennité d'une "nature" peu aménagée au cœur du delta durant tout le XIX<sup>ème</sup> siècle. Il en émergera, par la volonté d'un autre grand propriétaire, la compagnie salinière de Camargue, un espace naturel protégé de plus de 10 000 ha, dont la gestion sera confiée en 1927 à une société savante aujourd'hui Société Nationale de Protection de la Nature. Au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, la grande propriété continue de s'affirmer avec l'essor de grands espaces naturels protégés (Tour du Valat en 1954) et des politiques de conservation de la nature (Parc naturel régional en 1970). Une gouvernance tripartite de la Camargue - agriculture, industrie salinière, protection de la nature - se met en place qui doit, aujourd'hui comme hier, faire face à de nombreux intérêts antagonistes.

*Colonie de sternes sur les salins.*



## ■ La gouvernance contemporaine : concilier production et préservation

Pour une bonne part, la gouvernance contemporaine de la Camargue est l'héritage de l'Histoire. Son objet essentiel est la gestion de l'eau. Cette question éminemment complexe réunit deux catégories d'acteurs : les productivistes, agriculteurs et industriels, et les protectionnistes, conservateurs de la nature. Deux "grands" acteurs qui, par la maîtrise de l'eau, dominent un "petit", assujettis à cette dépendance pour la gestion des milieux naturels.

En 1964, la proposition de création d'un Parc national renverse ce rapport de pouvoirs et se heurte au refus des grands propriétaires, lesquels obtiennent que le Parc soit régional et non national et porté par une fondation qu'ils maîtrisent.

Les inondations de 1993-1994 vont faire évoluer profondément ce jeu d'acteurs. Les populations inondées, à la recherche de coupables, désignent comme responsables les propriétaires, gestionnaires des digues. Cette nouvelle revendication du "faible" sur le "puissant" conduit à la création d'un syndicat de gestion des digues, ce qui soulagera les propriétaires d'un devoir d'entretien depuis longtemps oublié.



*Les milieux naturels ont fortement régressé en Camargue avec le développement industriel de Fos-sur Mer, l'extension de la riziculture et des salins.*

Au début des années 2000, émerge une autre contestation sur le financement par de l'argent public d'une fondation privée gestionnaire du Parc naturel régional. L'affaire impose un changement de statut et la création d'un syndicat mixte, comme c'est la règle pour tous les autres parcs régionaux de France. Dans le même temps, les coûts de gestion de l'eau poussent les irrigants à la constitution du Syndicat Mixte des Associations Syndicales Agréées. Cette nouvelle "ère des syndicats mixtes" désigne les collectivités comme les arbitres d'une compétition entre productivistes et protectionnistes et place celles-ci en situation d'acteur dominant.

Pour autant, les tensions entre productivistes et protectionnistes ne semblent pas totalement apaisées et de nombreuses irréductibilités persistent.





## Une expérience de gouvernance opérationnelle : la commission exécutive de l'eau (CEDE)

En Camargue, la gestion de l'eau est un défi autant humain que technique. Créée en 1996, suite aux inondations de 1993-1994, cette commission informelle réunit différents acteurs de l'eau (gestionnaires, scientifiques et acteurs locaux). Sa mission est opérationnelle avec pour objectif principal la gestion des vannes du grau de la Fourcade (Saintes-Maries-de-la-Mer), le principal point de circulation des eaux au travers de la digue à la mer. Ouvrir ces vannes permet de gérer le niveau et la salinité des eaux au cœur du delta et de répondre aux exigences de déplacements, entre mer et étangs, de nombreux poissons exploités par la pêche professionnelle.

La maîtrise de la circulation est compliquée par un niveau marin trop souvent supérieur à celui des étangs, qui rend les sorties d'eau bien plus difficiles à réaliser que les entrées. Cette situation, qui s'aggrave au fil du temps du fait de l'élévation du niveau marin et de la subsidence de la Camargue, contrarie deux objectifs importants : éviter de faire entrer trop de sel dans les étangs, phénomène perçu comme une nuisance pour l'agriculture, et tenir leur

niveau suffisamment bas pour des raisons de sécurité des biens et des personnes.

La commission se réunit donc pour rechercher un accord sur le nombre de vannes à ouvrir en fonction des problèmes rencontrés dans la période précédente (intempéries, risques, problèmes de pêche...). Elle a obtenu par exemple que soit réhabilitée une seconde communication entre mer et étangs, le grau de la Comtesse, et son savoir-faire en matière de négociation a donné naissance, sur le Plan du Bourg à l'est du delta, à une commission analogue, l' "Œuvre du Galéjon".



*Pertuis de la Fourcade, seul échange permanent potentiel entre l'île de Camargue et la mer.*

*L'étang du Vaccarès déborde sur la route suite à un fort coup de vent de secteur ouest (février 2009).*



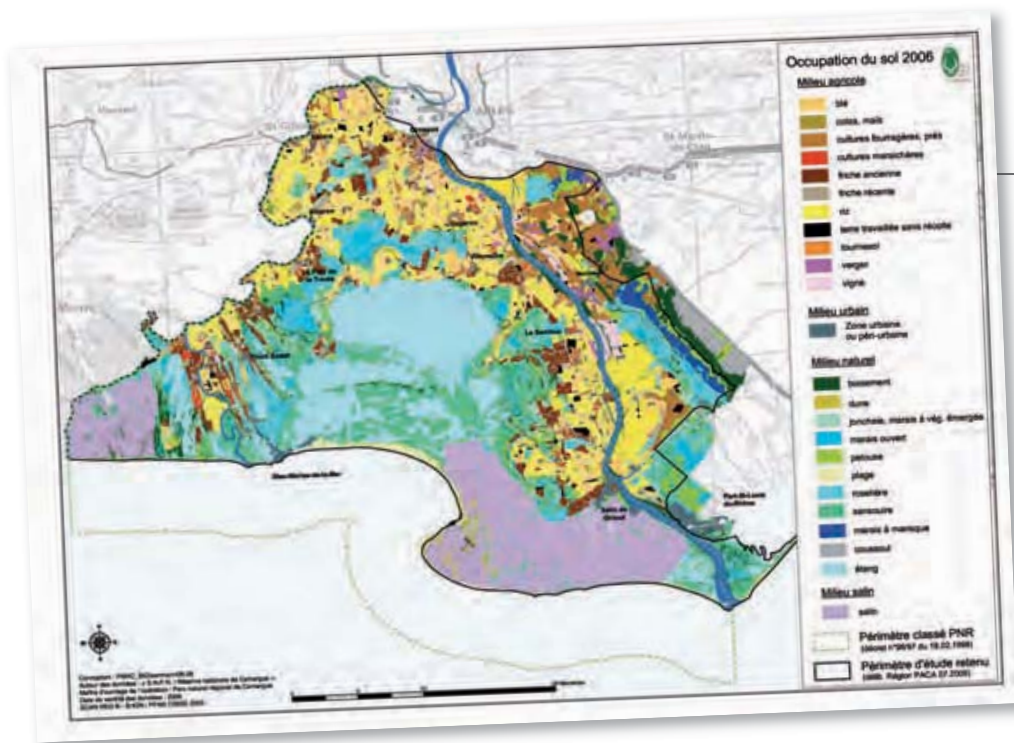
## Entre recherche et gestion, les systèmes d'observation

Les systèmes d'observation et d'information sont des outils d'aide à l'évaluation et à la décision. Dans le cas d'un Parc naturel régional, ils répondent à la fois à une exigence réglementaire d'évaluation de la charte mise en œuvre pour douze ans mais aussi à une attente légitime des partenaires et de la population soucieuse de l'utilisation de l'argent public.

En Camargue, l'une des quatre grandes ambitions de la Charte du Parc pour 2011-2022 est d'«orienter les évolutions des activités au bénéfice d'une biodiversité exceptionnelle». Afin de permettre l'évaluation, la charte prévoit le recours à des indicateurs de résultats, d'impacts ou de type «pression-état-réponse». Le bon fonctionnement du dispositif implique la mise en place de suivis de l'évolution du territoire et une réflexion sur la collecte, le stockage, l'analyse, l'interprétation et la diffusion des données.

Le système d'information territorial (SIT) en cours de développement au Parc Naturel Régional de Camargue est conçu en coopération avec trois autres parcs naturels régionaux de Provence-Alpes-Côte d'Azur et proposera une entrée cartographique, des bases de données, des documents téléchargeables et de nombreux liens avec d'autres sites internet d'information. Il est très ouvert et s'adresse au grand public, au monde de l'éducation comme aux gestionnaires, partenaires scientifiques et institutionnels.

L'intérêt de tels systèmes d'information est qu'ils se nourrissent des acquis de la recherche et les valorisent tout en contribuant à faire émerger les questionnements issus de la gestion.



Carte de l'occupation du sol 2006 / Parc Naturel Régional de Camargue.

## Le regard extérieur de la Turquie

Pour Méliké Hemami, alors chargée de mission “eau” à l’association Birdlife en Turquie, “La diversité des recherches en Camargue fait envie. L’expérience camarguaise nous a aidé à développer des projets. Cependant, sur certains sites très étudiés, les populations sont fatiguées de la recherche et refusent parfois de participer”. La formation aux plans de gestion d’espaces naturels reçue en Camargue commence à porter ses fruits. Dans le delta du Gediz (*Izmir*), les problématiques de gestion concernent toute la faune (espèces communes et emblématiques) et sont posées à l’échelle du delta et non de sites plus restreints, comme en Camargue. Elles sont donc plus larges qu’en Camargue, mais sont également appréhendées avec le souci d’impliquer tous les acteurs et usagers. “On essaie de prendre du recul, d’écouter ce qui se passe et de trouver le lien entre bénéfice de la nature et survie des populations locales”.



*Delta du Gediz,  
Turquie.*

# Perspectives

Le bassin méditerranéen, un des berceaux de la civilisation, est la région du monde dont les paysages et les écosystèmes ont été le plus façonnés au fil des siècles par l'action de l'Homme. A tel point que sur le pourtour méditerranéen il ne reste aujourd'hui que 5% d'habitats naturels, ne portant donc pas la marque de l'Homme. Depuis un peu plus d'un siècle, les activités humaines ont connu des changements majeurs : abandon des activités par endroits, intensification et développement de nouveaux usages ailleurs. Face à ces bouleversements sociologiques, la question de la résilience écologique est posée, en Camargue tout particulièrement.

## ■ La Camargue, un socio-écosystème résilient ?

La Camargue n'a pas échappé à ces profonds changements. Sa biodiversité exceptionnelle est la résultante de l'évolution des interactions au sein de ce socio-écosystème, qui ont façonné un territoire "mosaïque", riche de milieux et d'usages très diversifiés, ayant conservé son potentiel d'adaptation à un environnement changeant.

**Quatre dynamiques convergent pour développer une identité hybride de la Camargue :**

- occupation du sol hybride, entre espaces "naturels" et artificialisés,
- rapport au foncier hybride entre celui de l'entreprise productiviste individuelle et celui de la collectivisation des espaces protégés,
- gestion hybride des activités agricoles et d'élevage entre exploitation intensive et usages très extensifs,
- connaissance hybride où savoirs scientifiques et savoirs locaux se côtoient sans toujours se nourrir mutuellement.

Ce caractère polymorphe suppose des modes de gestion mobilisant les acteurs du territoire autour d'une vision commune. A partir de l'expérience acquise des chercheurs et des gestionnaires au cours de ces dernières décennies, un certain nombre de perspectives se dessinent.



## Mobiliser les savoirs pour inventer les futurs de la Camargue

Face au nombre d'acteurs et à leur divergence de représentation de la société et de la nature, un des enjeux clé consiste à partager les informations, à promouvoir un dialogue effectif pour faire exprimer cette diversité de points de vue sur un même objet environnemental et à trouver des terrains de convergence. C'est l'ambition des observatoires qui ont été mis en place, mais aussi d'autres dispositifs de modélisation participative, basés sur des outils de simulation multi-agents ou des jeux de rôles.

Autant d'outils prometteurs alimentés par la recherche pour aider à la réflexion et à la co-construction de la décision.



Bouscarle  
de Cetti

La Camargue est une terre de savoir. En particulier au cours du dernier demi-siècle, ce territoire a suscité l'intérêt de nombreux biologistes, sociologues, géographes et historiens. Mais force est de constater que ce savoir demeure généralement segmenté par discipline et que le savoir vernaculaire reste isolé du savoir scientifique. Pourtant, l'expérience camarguaise a montré que les projets interdisciplinaires liant sciences humaines et sciences de la vie, à la croisée des savoirs locaux et des savoirs scientifiques, ont toujours été les plus riches et les plus aptes à éclairer les chemins du futur.

## Replacer l'action dans le temps long

Le temps du chercheur n'est pas celui du gestionnaire et du politique. Cela rend plus complexe le transfert des acquis de la recherche en termes de gestion opérationnelle et, inversement, la formalisation des problèmes de gestion en hypothèses de recherche.

Au-delà de cette différence d'échelles de temps inhérentes à certains acteurs, l'enjeu est d'envisager l'avenir du territoire au regard des dynamiques passées. Mais on se heurte ici aux limites de la mémoire humaine et à la mise en place trop récente des suivis scientifiques. Il faudrait remonter beaucoup plus loin pour comprendre l'évolution conjointe de la biodiversité et des sociétés et permettre de mieux expliquer l'avenir, en ouvrant la gamme des scénarios dont certains pourraient être en rupture avec les pratiques actuelles.

Alors que les forces qui déterminent les changements sont à rechercher de plus en plus loin de la Camargue, les camarguais ont le sentiment d'être de moins en moins maîtres du destin de leur territoire.

Les recherches récentes montrent cependant que la Camargue est riche de potentialités et que les camarguais ont toutes les capacités de ne pas subir, et d'anticiper, d'accompagner ces changements de fond qui s'imposent à eux.

Cela suppose de porter un autre regard sur la relation que l'Homme peut et doit entretenir avec la Nature et de nouer un dialogue fertile entre acteurs de ce territoire, dialogue alimenté par une recherche trans-disciplinaire en action.

# Le service de la recherche du Ministère de l'Ecologie

Ce service finance les créneaux de recherche orphelins et ceux utiles à l'amélioration des politiques publiques. Son fonctionnement associe décideurs et chercheurs et consiste à faire définir par les premiers des perspectives à moyen terme et à les faire traduire en programme scientifique par les seconds.

Trente programmes sont soutenus répartis en 6 thématiques :

- équipement,
- transports,
- risques naturels et anthropiques,
- biodiversité,
- politiques territoriales en relation avec l'environnement
- et changement climatique.

Le service a aussi pour mission de valoriser les résultats de la recherche par le dialogue entre décideurs, gestionnaires et acteurs locaux et par la confrontation entre résultats scientifiques et pratiques de terrain. Il anime le réseau scientifique et technique français.

En Camargue, quatre projets sont en cours ou achevés depuis peu :

- GIZCAM (modélisation hydrologique de la Camargue),
- CAMADAPT (capacité d'adaptation de la société et des systèmes de décision au changement),
- CAMPLAN (aide à la gestion dans un contexte de "crise")
- Mémoire du risque lié à l'inondation.

## Remerciements

*Nous remercions les fondations MAVA et Pro Valat pour leur soutien à l'ensemble des activités de la Tour du Valat.*







Tour du Valat  
Le Sambuc - 13200 Arles - Fr  
Tél. : + 33 (0)4 90 97 20 13  
secretariat@tourduvalat.org  
[www.tourduvalat.org](http://www.tourduvalat.org)



FONDATION  
**TOTAL**

